WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

ROK ÓSMY. ZESZYT Nr. 33.

WARSZAWA — LIPIEC 1936 R.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

Dodatek kwartalny do zeszytu 7-go
„Przeglądu Artyleryjskiego"

ROK ÓSMY. ZESZYT Nr. 33.

WARSZAWA — LIPIEC 1936 R.

TREŚĆ.

Str.

Ppłk. dr. Felsztyn Tadeusz. Celność karabina (ciąg dalszy) . 285

Inż. Płużański Stanisław. Wyrób sprzętu artyleryjskiego w Polsce w drugiej połowie XVIII stulecia (dokończenie) . 3 1

Inż. Koryciński Fr. Znaczenie prochu amonowego jako materjału miotającego zastępczego 374

Demiańczuk P. Ruch prostolinjowy pocisku rakietowego w ośrodku oporowym 385

Wiadomości z prasy obcej 392

Sprawozdania i recenzje 411

Bibljografja 432

Komunikaty 435

Autorzy artykułów, zamieszczonych w „Wiad. Tech. Uzbr." są odpowiedzialni za poglądy w nich wyrażone.

531.566

Ppłk. Dr. FELSZTYN TADEUSZ.

CELNOŚĆ KARABINA.

(ciąg dalszy)

B. Amunicja.

Jak wynika z umieszczonego na wstępie niniejszego rozdziału wykazu warunków, jakie należy spełnić dla zapewnienia dobrej celności wylotowej, wymagania stawiane amunicji dadzą się streścić w następujących punktach:

1) Dla uzyskania dobrej stabilizacji pocisku u wylotu należy zapewnić: a) właściwy sposób opuszczenia lufy przez pocisk, b) dobre właściwości stabilizacyjne pocisku.

2) Dla uzyskania dobrego prowadzenia pocisku w lufie należy zapewnić: c) odpowiednią długość prowadzenia, d) właściwe wprowadzenie pocisku w lufę.

3) Dla uzyskania małego rozrzutu szybkości początkowej należy zapewnić: e) dobrą szczelność prowadzenia.

Ten ostatni czynnik ma zresztą znaczenie i dla należytego prowadzenia pocisku w lufie.

Jak bowiem wykazał *Régnauld* [1]), jeżeli istnieją prze-

---

[1]) *M. P. Régnauld* „Note sur les empreintes des projectiles au tir". Mémorial de l'Artillerie Française r. 1928, str. 863 do 889.

cieki gazów między pociskiem a lufą, to powstałe niesymetryczne lokalne nadciśnienia wywołują siły, prostopadłe do kierunku ruchu pocisku i tem samem przyczyniają się do znacznego niejednokrotnie bicia pocisku w lufie. Bicie to może być tak silne, że w wypadku pocisków działowych wywołuje ślady gwintów na zgrubieniu środkującem, a nieraz nawet na tylnej części pocisku.

Rozważmy pokolei wymienione wyżej czynniki.

a) *Właściwe opuszczenie lufy przez pocisk.*

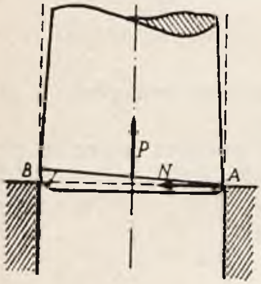
Jak wynika z przytoczonej na wstępie pracy inż. *Mańkowskiego* i mojej, właściwe opuszczenie lufy przez pocisk jest jednym z decydujących czynników celności wylotowej. Wykonane bowiem przez nas pociski o umyślnie skośnem zakończeniu dna wykazały rozrzut dwa i pół razy większy od pocisków normalnych. W wypadku bowiem skośnego zakończenia tylnego pocisku (rys 10) w chwili, gdy jedna część pocisku opuściła już lufę, druga zaś jeszcze opiera się o ścianę lufy, powstaje boczny nacisk na pocisk, oczywiście niekorzystnie wpływający na celność wylotową.

Porównajmy pod tym względem pocisk krótki typu *S* (rys. 11) i zwężający się ku tyłowi pocisk typu *SC* (rys. 12)*.

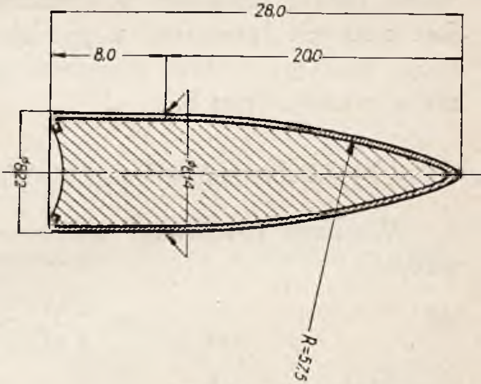
Jest rzeczą jasną, że w pociskach o części tylnej wydłużonej, zakończenie tylne samego pocisku nie gra poważnej roli, gdyż tutaj część prowadząca nie kończy się wraz z pociskiem, ale wcześniej, zanim jeszcze pocisk opuścił lufę. Z tego też względu saturacja, t. j. zawijanie płaszcza na rdzeniu pocisku, która w pocisku typu *S* jest czynnikiem poważnie decydującym o celności amunicji, w

*) Rys. 11 i 12 podają zdjęte z natury wymiary niemieckich pocisków *S* i *sS*, odpowiadających naszym pociskom *S* i *SC*.

pocisku typu *SC* gra rolę drugorzędną. Dowodem tego może być fakt, że nawet przy umyślnie złej saturacji rozrzut pocisków typu podobnego do *SC* prawie że zupełnie nie pogarsza się.

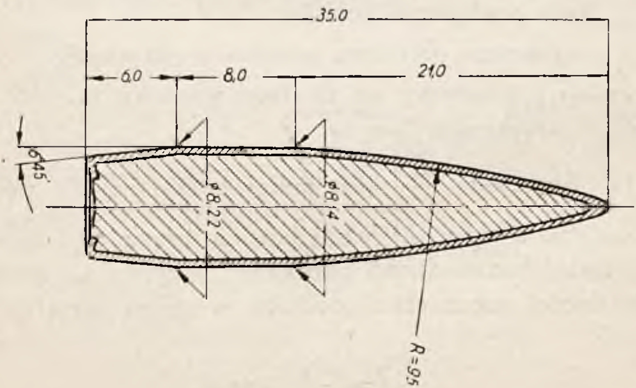


Rys. 10.



Rys. 11

W ten sposób, w pocisku o dnie wydłużonem, trudna operacja, jaką zawsze jest właściwa saturacja pocisku, przestaje być czynnikiem decydującym o celności.



Rys. 12.

Równocześnie, ponieważ nacisk gwintu na pocisk o wydłużonej części tylnej ustaje stopniowo, a nie gwałtownie, jak w pocisku *S*, to też nawet lekka skośność wykonania pocisku (mało zresztą prawdopodobna wobec tego, że utrzymanie dobrej osiowości powierzchni zewnętrznej pocisku jest znacznie łatwiejsze w produkcji, niż należyta saturacja dna) gra w tych pociskach znacznie mniejszą rolę, niż w pocisku typu S.

b) *Dobre właściwości stabilizacyjne pocisku.*

Warunek równowagi wylotowej pocisku wyraża się wzorem:

$$\mu = \frac{\bar{C}^2\ \Omega^2}{4\,M\bar{A}} > 1 \tag{6}$$

i możliwie duże, gdzie

$\bar{A}$ jest momentem bewładności poprzecznej pocisku,

$\bar{C}$ jest momentem bezwładności podłużnej pocisku,

M stosunkiem momentu oporu powietrza do sinusa kąta pochylenia pocisku,

Ω szybkością obrotową pocisku w radjanach.

Jeżeli porównamy na tle tego warunku pociski typu *S* i *SC*, to przekonamy się, że:

1) Stosunek $\frac{\bar{C}^2}{\bar{A}}$ jest mniej korzystny dla pocisku *SC* niż dla pocisku *S*. Jeżeli bowiem przez ρ_C oznaczymy promień bezwładności podłużnej, a przez ρ_A promień bezwładności poprzecznej pocisku, w takim razie

$$\frac{\bar{C}^2}{\bar{A}} = \frac{p^2 \cdot \rho_C{}^4}{p \cdot \rho_A{}^2} = p \cdot \frac{\rho_C{}^4}{\rho_A{}^2} \tag{7}$$

Ponieważ promień ρ_C prawie zupełnie nie ulega zmianie, a wraz z wydłużeniem pocisku niewątpliwie $\rho_A{}^2$ rośnie silniej, niż p, więc stosunek $\frac{\overline{C}^2}{\overline{A}}$ jest mniejszy dla pocisku typu SC niż S.

2) Zanalizujmy wyraz $\frac{\Omega^2}{M}$.

Wiadomo, że

(8) $$\Omega = 2\,\frac{v_0 \operatorname{tg} \chi}{a}$$

gdzie kąt χ oznacza kąt skrętu lufy, a a kaliber pocisku, oraz, że

$$M = R\,l\,k = \frac{p}{g}\,.\,c\,.\,F(v)\,l\,k\,,$$

w pocisku S, to też nawet lekka skośność wykonania po-

gdzie

R jest siłą oporu powietrza,

l jest ramieniem oporu powietrza,

$k = \frac{\sin \eta}{\sin \vartheta}$,

η jest kątem oporu powietrza, t. j. kątem między wektorem oporu powietrza a osią pocisku (rys. 11),

ϑ jest kątem pochylenia pocisku, t. j. kątem między osią pocisku, a styczną do toru (rys. 1),

c — spółczynnikiem balistycznym pocisku,

$F(v)$ — funkcją oporu powietrza.

W takim razie

(9) $$\frac{\Omega^2}{M} = \frac{4\,g\,v_0{}^2 \operatorname{tg}^2 \chi}{a^2\,p\,c\,F(v)\,l\,k}$$

W jednej i tej samej lufie wyrazy a i χ są stałe, gdyż są dane z elementów konstrukcyjnych lufy. W takim razie wyraz $\frac{\Omega^2}{M}$ jest proporcjonalny do wyrazu

10) $$\frac{v_0^2}{p\,c\,F(v)\,l}\,.$$

Wyraz

(11) $$\frac{v_0^2}{F(v)}$$

w tym zakresie szybkości, z jakim mamy do czynienia w lufie karabinowej, wraz z szybkością rośnie, jest więc przy tej samej energji wylotowej korzystniejszy przy pocisku lekkim, niż przy pocisku ciężkim. W wyrazie

(12) $$p\,c\,l = a^2\,i\,\delta\,l\;,$$

wydłużonej części ustaje stopniowo, a nie gwałtownie, jak

gdzie

δ jest ciężarem właściwym powietrza,

i spółczynnikiem kształtu pocisku,

ramię oporu powietrza l jest większe, a spółczynnik kształtu i jest mniejszy przy pocisku typu SC niż przy pocisku typu S. Oba więc wpływy częściowo się znoszą tak, że w rezultacie wyraz $p\,c\,l$ zwykle jest mniejszy przy pocisku typu SC, lecz nieznacznie. W żadnym jednak razie malenie czy wzrost tego wyrazu nie może decydująco wpłynąć na kierunek zmian wyrazu $\frac{v_0^2}{F(v)}$ i w rezultacie wyraz $\frac{\Omega^2}{M}$ jest raczej mniej korzystny dla pocisku typu SC niż dla pocisku typu S.

Jeżeli uwzględnimy obydwa wymienione poprzednio czynniki, to okaże się, że czynnik równowagi wylotowej μ jest korzystniejszy dla pocisku typu *S* niż dla pocisku typu *SC*.

Zdawałoby się więc, że stabilizacja wylotowa pocisku musi być lepsza, niż pocisku *SC*. Tymczasem doświadczenie wykazuje coś wręcz przeciwnego.

Wyjaśnienie tej sprzeczności jest dość proste.

Przedewszystkiem kąt pochylenia gwintów w lufach karabinowych jest zwykle większy, niż to wynika bezpośrednio z warunku (6). I tak np. przy lufie kb. Mausera wz. 98 powiększenie skoku gwintu (t. j. zmniejszenie $tg\ \lambda$) nawet o 50% nie wywołuje jeszcze złych warunków stabilizacyjnych pocisku. To zbyt duże pochylenie gwintu jest zresztą pożyteczne, gdyż umożliwia dobrą jeszcze stabilizację pocisku nawet przy gwintach częściowo startych u wylotu. A tor tak płaski, jakim jest tor karabinowy, nie wymaga bynajmniej tak znacznej ostrożności przy nieprzekraczaniu górnej granicy kąta pochylenia gwintów, jak to jest w działach, zwłaszcza stromotorowych. Dlatego też mniejsza wartość czynnika μ przy pocisku wydłużonym nie ma praktycznie znaczenia, nawet przy lufie konstruowanej dla pocisku krótszego, a tembardziej przy lufie umyślnie dostosowanej do nowego pocisku, jak to się czyni np. przy konstrukcji nowego systemu broni i amunicji.

W tych warunkach więc decydujące znaczenie ma nietyle duża wielkość czynnika równowagi wylotowej μ, ile raczej zdolność pocisku do *tłumienia* początkowych nutacyj, jakie otrzymuje u wylotu.

Zjawisko tłumienia początkowych nutacyj pocisku jest dotąd dość mało znane, zarówno w zakresie rozumowań teoretycznych, jak i w jego przebiegu fizycznym. Praca

Esclangona[2]) wyjaśniła, że jednym z poważnych czynników są tu tarcia obrotowe, przyczem przewaga tych tarć w przedniej części pocisku jest warunkiem należytego tłumienia. Pod tym względem pocisk typu *SC* zdaje się być w warunkach korzystniejszych niż pocisk typu *S*, gdyż jego środek ciężkości jest bardziej wtyle, dzięki czemu ta część pocisku, gdzie ciśnienia są dużo wyższe od jedności[3]), znajduje się bardzo zdecydowanie w przedniej części pocisku. Ponieważ zaś, jak to wynika z pracy *Esclangona*, wielkość tarcia obrotowego jest proporcjonalna do pierwiastka z ciśnienia, to też niewątpliwie przewaga tarć obrotowych będzie tem bardziej zprzodu, im środek ciężkości jest dalej odsunięty od ostrołuku pocisku, t. j. strefy największych ciśnień.

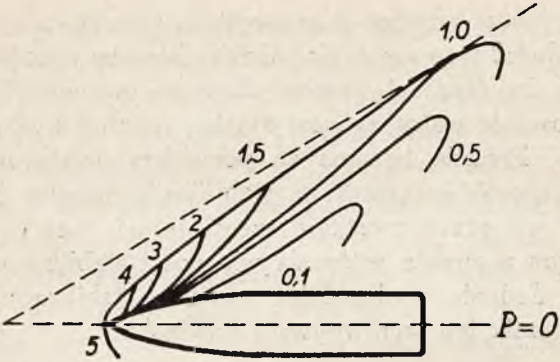
Rozumowanie powyższe jest zupełnie zgodne z doświadczeniem, które okazuje, że tłumienie nutacji początkowej jest tem lepsze, im większe jest ramię stabilizacji, t. j. odległość między punktem zaczepienia oporu powietrza a środkiem ciężkości pocisku. Długość tego ramienia można więc przyjąć za pewnego rodzaju miarę zdolności tłumiących pocisku.

---

[2]) *M. Ernest Esclangon* „Sur le mouvement des projectiles autour de leur centre de gravité" Mémorial de l'Artillerie Française r. 1927 str. 701 do 794.

[3]) *M. T. Harris* „Perturbations aériennes autour des bales en mouvement". Mémorial de l'Artillerie Française r. 1928 str. 683 do 705.

Rozkład ciśnień dookoła pocisku kalibru 7,9 mm, poruszającego się z szybkością 770 m/sek. przedstawia rys. 13, zaczerpnięty ze str. 689 wymienionej pracy. Widać z niego, że istotnie strefa wysokich ciśnień znajduje się na ostrołuku pocisku.



Rys. 13.
Rozkład ciśnień dokoła pocisku lecącego z szybkością 770 m/sek. Linje ciągłe oznaczają krzywe jednakowych ciśnień; ciśnienia podane w atmosferach (wedle Harris'a).

Rozpatrywany z tego punktu widzenia pocisk typu *S* jest w położeniu wyraźnie niekorzystnem. Jak bowiem wynika ze wspomnianej wyżej pracy inż. *Mańkowskiego* i mojej, skrócenie ramienia stabilizacji pocisku *S* już o 0,5 mm powoduje tak złe tłumienie nutacji początkowej, że rozrzut pocisku wzrasta na odległości 100 m przeszło dwukrotnie. Natomiast w pociskach typu *SC*, gdzie ramię stabilizacji jest dłuższe, tłumienie nutacji początkowej jest znacznie energiczniejsze.

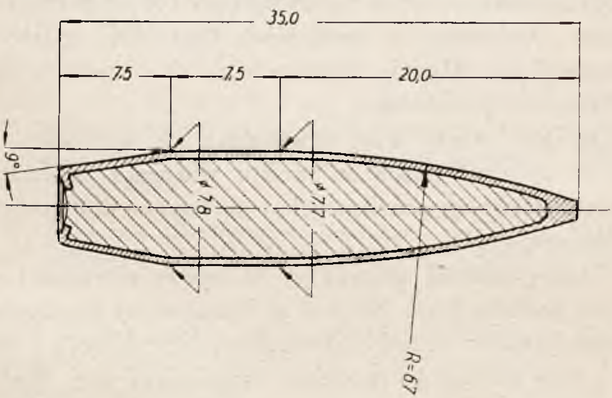
Ogółem należy więc stwierdzić, że własności stabilizacyjne, rozpatrywane z punktu widzenia zdolności tłumienia nutacyj początkowych, są lepsze dla pocisku *SC* niż dla pocisku *S*.

Należy jednak zauważyć, że lepsze własności stabilizacyjne pocisku typu *SC* nie są bynajmniej wynikiem jego dobrego kształtu aerodynamicznego, lecz jedynie i wyłącznie — jego dłuższego ramienia stabilizacyjnego. Można nawet powiedzieć, że własności stabilizacyjne pocisku typu

SC są lepsze *pomimo* jego zwężenia tylnego, a bynajmniej nie *wskutek* tego zwężenia. Gdyby bowiem przedłużyć pocisk *S* do długości, równej długości pocisku *SC* przez zastosowanie walca zamiast stożka, rezultat byłby jeszcze lepszy. Próżnia bowiem za pociskiem działa niewątpliwie w sposób korzystny na stabilizację pocisku, i zmniejszenie jej, przez zwężanie części tylnej, jest czynnikiem ujemnym z punktu widzenia własności stabilizacyjnej pocisku. Jednak wydłużenie ramienia stabilizacji pocisku *SC* czynnik ten wyrównywa z nawiązką.

c) *Długość prowadzenia.*

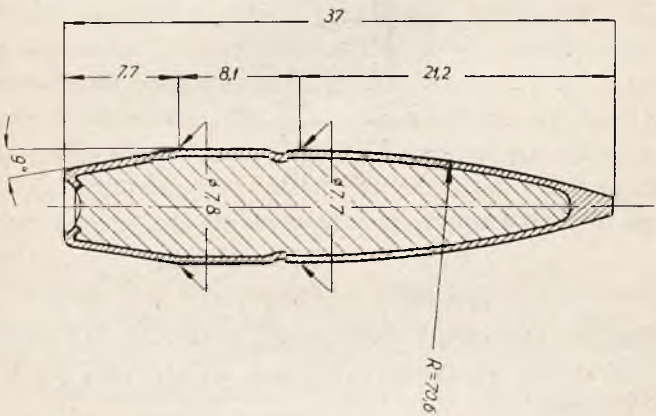
Liczne doświadczenia nad pociskami artyleryjskiemi wykazały, że przy zbyt krótkiem prowadzeniu pocisku w lufie, pocisk „bije" w lufie, wskutek czego jego warunki wylotowe są zupełnie wadliwe. Zgodnie z tem przy konstrukcji pocisku przyjęto powszechnie zasadę, że długość prowadzenia 1 kalibru stanowi minimum, zapewniające dobre warunki prowadzenia pocisku w lufie.



Rys. 14.

Porównywając rysunki pocisków *S* i *SC* (rys. 11 i 12) widać, że oba pociski mają długość stożka, prowadzącego pocisk w lufie, 8,0 mm, t. j. 1 kalibra; również i pocisk szwajcarski (rys. 14), znany ze swej dobrej celności, ma długość prowadzącą też równą tylko 1 kalibrowi.

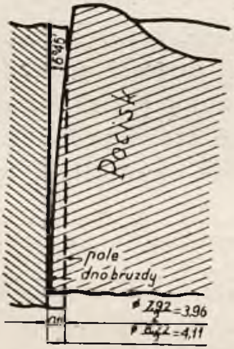
Dopiero w ostatnich czasach zaczyna się zjawiać tendencja powiększania długości prowadzenia pocisku karabinowego. I tak np. nowy pocisk francuski kalibru 7,5 mm (rys. 15) ma długość części prowadzącej 8,1 mm, t. j. o 8% więcej, niż pocisk szwajcarski tego samego kalibru.



Rys. 15

W świetle powyższych liczb pozornie więc długość części prowadzącej jest równa w pocisku *S* i w pocisku *SC*. Należy jednak zwrócić uwagę, że pocisk *SC* i mu podobne są prowadzone w lufie nietylko swym stożkiem wiodącym, ale również i częścią zwężenia tylnego, t. zw. ogona. Jeżeli przyjmiemy, że — jak to jest w kb. niem. Mausera wz. 98 — średnica brózd jest o 0,30 mm większa od średnicy pól (głębokość brózdy wynosi więc 0,15 mm), to analiza rysunkowa

(rys. 16) wykaże, że pocisk *SC* mający stożek zbieżności części tylnej pod kątem $6^0 45'$, wychodzi z pól dopiero wtedy, gdy jego powierzchnia odejdzie od średnicy największego przekroju o wielkość 0,15 mm.



Rys. 16.

Z równania więc:

$$X = \frac{0,15}{\operatorname{tg} 6^0 45} = \frac{0,15}{0,175} = 1,27 \text{ mm}$$

wynika, że rzeczywista część wiodąca pocisku *SC* jest większa od stożka wiodącego o 1,3 mm, wynosi więc nie 8 mm lecz 9,3 mm.

Natomiast w pocisku *S* należy zwrócić uwagę na to, że tylna część pocisku wodzi się w lufie nie mięsem rdzenia, lecz jedynie zagięciem płaszcza (rys. 11), przez co oczywiście prowadzenie jest znacznie gorsze. Uwzględniając ten czynnik, otrzymujemy, że rzeczywista długość prowadząca pocisku *S* wynosi nie 8 lecz tylko 7 mm.

d) *Właściwe wprowadzenie pocisku w lufę.*

Czynnik ten gra dużą rolę dla zachowania należytej osiowości ruchu pocisku, a przez to i dla przeciwdziałania

biciu pocisku w lufie. Są w zasadzie dwa sposoby zapewnienia należytej osiowości wprowadzenia pocisku w lufę. Jeden z nich, to tak lekkie osadzenie pocisku w łusce, że nieomal pierwsze spalone ziarno prochu już wprowadza pocisk w stożek przejściowy lufy, przez co wprowadzenie to odbywa się przy małej szybkości, a więc bez poważnych składowych poprzecznych szybkości ruchu pocisku. System taki jest stosowany np. w zawodniczej amunicji fińskiej o wyjątkowo dużej celności, gdzie pocisk tkwi bez żadnego zacisku w łusce. Ten system jednak możliwy jest jedynie w amunicji przeznaczonej do zawodów strzeleckich, a więc nabijanej pojedyńczo, bez uprzedniego ładowania. Natomiast w amunicji wojskowej, gdzie nabój należy wpierw naładować do pudełka (magazynka, taśmy i t. p.) i gdzie dopiero powtórzenie lub działanie mechanizmu broni samoczynnej wprowadza nabój do lufy (przyczem nabój prowadzi się przeważnie szczytem pocisku), tak słabe osadzenie pocisku jest nie do wykonania i spowodowałoby liczne zacięcia.

Tu więc musi być stosowany drugi system, polegający na tem, że pocisk jest mocno osadzony w łusce, która zapewnia należycie osiowe wprowadzenie pocisku. W tem rozwiązaniu zacisk łuski, rolowanej na umyślnym rowku na pocisku, jest niewątpliwie znacznie korzystniejszy dla celności, niż zacisk szczękowy, a to ze względu na znacznie większą równomierność siły zacisku na obwodzie pocisku w wypadku zarolowywania. Jest rzeczą ciekawą, że zarówno najnowsza amunicja francuska, fińska jak i najnowsza amunicja szwajcarska ma właśnie zacisk rolowany.

Przy zacisku szczękowym, pocisk tem bardziej osiowo tkwi w łusce, im dłuższa jest część jego stożka wiodącego, umieszczonego w szyjce łuski.

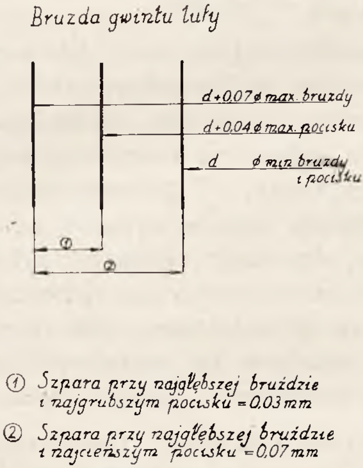
Należy zauważyć, że przy tej samej długości naboju pocisk typu *S* jest w gorszem położeniu, niż typu *SC*. Wtedy bowiem pocisk tkwi w łusce tem głębiej, im dłuższy jest jego ostrołuk. Wobec tego zaś, że ostrołuk pocisku *S* ma długość 20 mm, *SC* zaś 21 mm, więc tkwienie pocisku *S* w łusce jest gorsze niż pocisku *SC*. Ponadto tylne zwężenie pocisku częściowo przyczynia się do mocniejszego osadzenia w łusce pocisku *SC*, w stosunku do pocisku S.

Omówiony tu czynnik gra rolę jedynie w wypadku, gdy chodzi o dostosowanie pocisku nowego do broni już istniejącej. Wtedy bowiem ogólny kształt naboju nie może ulec zmianie, bez całkowitej przeróbki wszystkich posiadanych egzemplarzy broni. W o wiele łatwiejszem położeniu jest konstruktor nowego uzbrojenia, mający znacznie więcej swobody w wyborze najlepszego osadzenia pocisku w łusce. I tak np. nowy francuski pocisk karabinowy kalibru 7,5 mm, (rys. 15) ma rowek przeznaczony do rolowania prawie że przy końcu części prowadzącej pocisku, a mianowicie: początek rowka jest w odległości około 6 mm, koniec rowka w odległości około 7,3 mm od początku części wiodącej pocisku, długości ogólnej 8,1 mm, t. j. 1,1 kalibra.

e) *Szczelność prowadzenia.*

Szczelność prowadzenia wzrasta wraz z długością prowadzenia, jest więc dla pocisku typu *S C* lepsza, niż dla pocisku *S*. Niejednokrotnie coprawda można było zauważyć, szczególnie przy wysokich ciśnieniach, że stożek tylny źle wpływa na szczelność, stwarzając jakgdyby naturalny kanał dla ujścia gazów. Lecz zwiększona długość prowadzenia wyrównywa ten wpływ ujemny z nawiązką, tak, że ostatecznie im dłuższe prowadzenie, tem jest i szczelniejsze.

Ponadto szczelność prowadzenia zależy od t. zw. *przecisku*, t. j. od różnicy między średnicą pocisku a średnicą brózd. Jeżeli np. kaliber pocisku ma tolerancję w zakresie 0,4 mm, jeżeli głębokość brózdy ma tolerancję 0,07 mm, jeżeli wreszcie różnica między maksymalnym wymiarem brózdy, a maksymalnym wymiarem pocisku wynosi 0,03 mm, to rys. 17) [4]) „szpara" między dnem brózdy, a pociskiem wynosi:



Rys. 17.

1) Przy najgrubszym pocisku i najgłębszej bróździe — 0,03 mm
2) Przy najcieńszym pocisku i najgłębszej bróździe — 0,03 + 0,04 = 0,07 mm

---

[4]) Rysunek ten został zapożyczony z pracy *mjr. inż. Tadeusza Łukaszewskiego.*

3) Przy najgrubszym pocisku i
najpłytszej bróździe 0,03 — 0,07 = —0,04 mm

4) Przy najcieńszym pocisku i
najpłytszej bróździe 0,03 + 0,04 — 0,07 = 0,00 mm

Jak widać, w trzech wypadkach na cztery „szpara" jest dodatnia, t. j. istnieje przepływ między pociskiem a lufą. W jednym tylko wypadku mamy do czynienia ze „szparą" ujemną t. zn., że materjał pocisku musi spłynąć, ażeby pomieścić się w bróździe.

Gdyby stosować tutaj rachunek, jaki zwykliśmy przyjmować dla pierścieni wiodących pocisków artyleryjskich, to należałoby jeszcze uwzględnić, iż wyciśnięty przez pola materjał pocisku spływa w brózdy, pomniejszając obliczone poprzednio szpary. Tego rodzaju jednak rozumowanie byłoby błędne, gdyż w wypadku pocisku karabinowego o rdzeniu ołowianym, materjał spływa raczej ku przodowi powodując — bardzo nieznaczne zresztą — pęcznienie głowicy, w przeważającej zaś mierze ku tyłowi, wypełniając w większym lub mniejszym stopniu początkowo istniejącą w nim pustą czaszę denną.

Istnienie „szpar dodatnich" powoduje przecieki gazów, minimalnie coprawda wpływające na szybkość początkową, jak to udowodnił *Charbonnier* [5]), niemniej jednak bardzo niekorzystne dla celności, jak to uzasadniałem poprzednio. „Szpary ujemne" nie pociągają za sobą w pocisku karabinowym, dzięki plastyczności ołowiu, tych skutków ujemnych, jakie widzimy w wypadku pocisków artyleryjskich, a które, między innemi ostatnio w swej

---

[5]) *Ing. gen. M. Charbonnier* „La veine gazeuse" Memorial de l'Artillerie Française, r. 1922, str. 1001 do 1012.

pracy wykazał *M. Huber* [6]. Przedewszystkiem bowiem należy uwzględnić, że — jak podaje *Kutterer* [7]) — ciśnienie gazów powiększa przekrój lufy o około 0,02 mm. Następnie, omówione poprzednio pęcznienie ostrołuku pocisku i jego części dennej, usuwa nadmiar materjału z brózd.

Wskutek tego nawet zmniejszenie kalibru pól o 0,10 mm nie wywołuje wielokroć widocznej szkody tak dla lufy, jak i dla pocisku, co np. można było stwierdzić na c. k. m. Janeček kalibru 7,9 mm, gdzie przewód lufy miał średnicę 7,80 mm, zamiast 7,90 mm. Pomimo to zarówno celność, jak żywotność lufy były zupełnie dobre.

Do sprawy tej powrócę jeszcze w rozdziale 2-gim.

W tych warunkach raczej więc należałoby poszukiwać rozwiązania dającego przewagę „szpar ujemnych" nad „szparami dodatniemi".

Przyjmijmy np., że tolerancje wykonania pocisku i brózdy pozostają bez zmiany, lecz, że przez np. zwiększenie średnicy pocisku uzyskano wymiar maksymalny pocisku większy o 0,01 mm od wymiaru maksymalnego brózdy.

W takim razie „szpary" przedstawiać się będą obecnie następująco:

1) Przy najgrubszym pocisku i najgłębszej bróździe — 0,01 mm

2) Przy najcieńszym pocisku i najgłębszej bróździe — 0,01 + 0,04 = + 0,03

---

[6]) *Prof. Dr. M. Huber* „Teorja kołowo-symetrycznych odkształceń sprężystych rur grubościennych w zastosowaniu do zagadnień wytrzymałościowych luf działowych". Wiad. Tech. Uzbr. Nr. 31 str. 4 do 84.

[7]) *R. E. Kutterer* „Messung des Geschosswiderstandes im Rohr" Wehrtechnische Monatshefte listopad i grudzień 1935 r.

3) Przy najgrubszym pocisku i
najpłyszej bróździe — 0,01 — 0,07 = — 0,08
4) Przy najcieńszym pocisku i
najpłytszej bróździe — 0,01 + 0,04 — 0,07 = — 0,04

W tym więc wypadku widzimy wyraźną przewagę „szpar ujemnych" nad „szparami dodatniemi"; szczelność prowadzenia będzie znacznie lepsza.

C. Cechy balistyczne.

W zakresie celności należy rozpatrzeć następujące cechy balistyczne systemu broń—amunicja:

a) Regularność szybkości początkowej.
b) Odrzut.

a) *Regularność szybkości początkowej.*

Dzisiejszy stan produkcji i znajomości prochów jest tego rodzaju, że jeżeli tylko konstrukcja broni jest prawidłowa, to — praktycznie rzecz biorąc — do każdego pocisku można dobrać proch, zapewniający właściwy przebieg krzywej ciśnień i tem samem małe stosunkowo wahania szybkości początkowej.

Tu jednak należy zauważyć, że nietylko sam przebieg ciśnień i z nim związane wahania szybkości początkowej, ale również i czas przebiegu pocisku w lufie gra dużą rolę. Od czasu przebiegu pocisku zależy bowiem, w jakiej fazie drgań pocisk opuści lufę. Jasnem zaś jest, że jeżeli opuści on ją w chwili, gdy faza drgań wykazuje szczyt fali, t. j. w momencie, gdy szybkość drgań ma swoje minimum, warunki wylotowe pocisku będą znacznie lepsze, niż gdy opuści on lufę w chwili, kiedy wylot jej znajduje się w płyciźnie fali, t. j. w punkcie maksymalnej szybkości drgań. Połączenie tych dwóch czynników, t. j. małego

wahania szybkości początkowej i właściwej fazy drgań w chwili wylotu jest problemem dość trudnym, wymagającym odpowiedniego doboru tak długości lufy, jak i prochu.

Słusznie więc podkreśla *Quayle* [8]), że „skoro raz ustalony został odpowiedni typ prochu i pocisku, nie należy więcej go ruszać. Ładunek prochu łagodniejszy lub żywszy, nawet jeżeli daje tę samą szybkość początkową, może poważnie zmienić zaobserwowane zjawiska".

Należy jednak zauważyć, że i tu pocisk cięższy jest w lepszych warunkach niż pocisk lżejszy, gdyż zapewnia lepsze spalanie się prochu i tem samem większą regularność szybkości początkowej.

Jest również rzeczą jasną, że i z tego punktu widzenia znacznie łatwiej jest rozwiązać zadanie konstruktorowi broni nowej, niż w wypadku zastosowania nowego pocisku do już istniejącego systemu broni. W pierwszym bowiem przypadku konstruktor może w dość dużych granicach operować wymiarami komory nabojowej i lufy, w drugim natomiast — pozostaje mu właściwie jedynie praca nad doborem prochu, od którego wymagać należy spełnienia równocześnie tak wielu niejednokrotnie sprzecznych pomiędzy sobą żądań.

Przykładem może być pocisk szwajcarski, który przy kal. 7,5 mm i ciężarze 11,3 g, t. j. odpowiadającym przy kalibrze 7,9 ciężarowi 13,2 g, a więc przy ciężarze względnym większym niż pocisk *SC*, — ma szybkość początkową 805 m/sek., podczas gdy pocisk *SC* ma szybkość 776 m/sek. Ponadto przy nowej broni można było w bardziej korzystny sposób rozwiązać problem wewnętrzno - balistyczny, dzięki czemu zapewniono wysoką celność pociskowi szwajcarskiemu, jak o tem będzie mowa w rozdz. 3-im.

---

[8]) l. c. str. 482.

b) *Odrzut.*

Trudno ściśle określić, czy wpływ odrzutu na celność jest zjawiskiem czysto fizjologicznem, czy też raczej psychicznem. Zjawiska odrzutu, jakkolwiek wielokrotnie badane zwłaszcza przez gen. *Journée* [9]), nie wyświetliły zaganienia całkowicie, a nowsze badania *Cranza* [10]) są jeszcze tylko fragmentaryczne. Jak z nich zdaje się wynikać, maksimum odrzutu zachodzi później, niż chwila wylotu pocisku z lufy, to też prawdopodobnie wpływ odrzutu na celność należy przypisać nie bezpośredniemu ruchowi broni w ręku strzelca, w wyniku sił działających w czasie przebiegu pocisku w lufie, lecz raczej podświadomemu lękowi przed „kopnięciem" w następstwie doświadczeń z poprzedniemi strzałami. Strzelec bowiem, obawiając się zbyt silnego „kopnięcia", trzyma broń bardziej „miękko", wskutek czego ruchy jej mają większą amplitudę, a rozrzut kąta rzutu powiększa się.

Jakkolwiekby jednak było, faktem jest, że wraz z powiększeniem się odrzutu ponad pewną granicę, celność broni gwałtownie maleje. Przyjmowano zawsze dotychczas, że górna granica energji odrzutu, której nie należy przekroczyć, wynosi 2 kgm. W praktyce jednak, zwłaszcza w broni nowoczesnej, do tej granicy nigdy się nie dochodzi.

I tak np. wedle danych *Cranza* [11]), mierzonych u ramienia strzelca, największa szybkość odrzutu kb. Mausera wz. 98 wynosi 2,46 m/sek, co — wobec ciężaru kb. niemieckiego 4,035 kg — odpowiada energji odrzutu 1,245 kgm.

---

9) *Journée*, Memorial des Poudres et Salpetres r. 1890, str. 306 i r. 1891 str. 151.

10) *C. Cranz* i R. E. *Kutterer* l. c.

11) *C. Cranz* i R. E. *Kutterer* l. c.

Jest to nieco mniej, niż liczby umieszczone niżej, albowiem część odrzutu, jak to podaje *Cranz*, zostaje zamortyzowana przez opór rąk strzelca. Jeżeli uwzględnimy, że energja odrzutu wyraża się wzorem

(13) $$E_0 = \frac{(p + \beta Ł)^2 v_0^2}{2 g K},$$

gdzie

E_0 jest energją odrzutu w kgm.

p ciężarem pocisku w kg,

$Ł$ ciężarem ładunku w kg,

K ciężarem karabina w kg,

v_0 szybkością początkową w m/sek,

β spółczynnikiem Pioberta, uwzględniającym działanie gazów w lufie i u wylotu,

jeżeli dalej — zgodnie z wielokroć powtarzanemi doświadczeniami naszemi — przymiemy dla prochów polskich, spółczynnik Pioberta za równy 0,7, to otrzymamy dla naszych kb. i kbk. następujące dane:

dla kb. $$E_0 = \frac{(10 + 0{,}7 . 3)^2 . 850^2}{19{,}62 . 4} . 10^{-6} = 1{,}35 \text{ kgm}$$

dla kbk. $$E_0 = \frac{(10 + 0{,}7 . 3)^2 . 880^2}{19{,}62 . 4{,}3} . 10^{-6} = 1{,}34 \text{ kgm}.$$

Można więc przyjąć, że maksymalna wielkość energji odrzutu, której nie należy przekroczyć bez wyraźnie ujemnego wpływu na celność, wynosi 1,35 kgm.

Warunek ten w poważny sposób utrudnia realizację poprzednio obszernie uzasadnianego postulatu stosowania pocisku dłuższego, a więc cięższego, dla zwiększenia celności karabina.

W iloczynie bowiem

(14) $$(p + \beta Ł)^2 v_0^2,$$

stanowiącym licznik wzoru (rys. 13), zwiększenie ciężaru pocisku pociąga za sobą zmniejszenie szybkości początkowej. W tym zaś kierunku nie możemy iść zbyt daleko, zarówno ze względu na wymagania taktyczne (płaskość toru, grająca decydującą rolę zwłaszcza w ogniu k. m.), jak i ze względu na zmniejszającą się wraz z szybkością celność na średnie odległości strzału.

W tych warunkach mamy więc następujące możliwości:

1) Zmniejszenie kalibru przy równoczesnem wydłużeniu pocisku. W ten sposób uzyskujemy pocisk balistycznie i celnościowo korzystniejszy przy tej samej szybkości początkowej. Zmniejszenie to jednak nie może iść zbyt daleko, a to nietyle ze względu na moc rażącą pocisku, zupełnie dostateczną nawet przy pocisku najlżejszym, byle tylko szybkość lotu była większa ponad 700 m/sek. [12]), ile wskutek ograniczeń celnościowych. Wraz bowiem ze zmniejszeniem kalibru rośnie spółczynnik balistyczny, a więc — jak o tem będzie mowa w rozdziale 3-cim — pogarsza się celność na dalszych odległościach. Ponadto przy małym kalibrze trudno jest konstruować pociski smugowe, przeciwpancerne i t. p., co utrudnia jednolitość kalibru i naboju między kb. i bronią maszynową.

Można więc przyjąć, że kaliber 7,5 mm stanowi dolną granicę, poniżej której nie należałoby schodzić.

2) Drugą drogą — to zwiększenie ciężaru broni równoległe do zwiększenia ciężaru pocisku. Droga ta, zwięk-

---

[12]) Wskutek t. zw. pozornie wybuchowego działania pocisku o tej szybkości.

szając obciążenie piechura, niewątpliwie nie jest najmilsza. W pewnych jednak granicach jest pożyteczna, pod warunkiem jednak, że zwiększona celność broni w sposób naoczny uzasadni zwiększone obciążenie.

Należy tutaj wspomnieć, że niejednokrotnie przejawia się, zwłaszcza w państwach, kładących duży nacisk na t. zw. wyborowych strzelców, tendencja uzbrajania ich w karabiny specjalne, znacznie cięższe, a równocześnie i znacznie celniejsze od normalnych karabinów piechoty.

Trzeciem wreszcie wyjściem jest hamulec wylotowy. Jak wynika z danych literatury [13]) w karabinie może on pochłonąć około 40 do 50% energji odrzutu. Przytem niewątpliwie fizjologiczne działanie odrzutu będzie w wypadku zastosowania hamulca wylotowego jeszcze mniejsze, skoro działanie jego zaczyna się w chwili, gdy pocisk opuszcza lufę, t. j. jak to powyżej uzasadniłem, strzelec jeszcze prawie że nie odczuł cofania się broni.

Rozwiązanie to należy traktować narazie jeszcze jako czysto teoretyczne, literatura bowiem nie podaje dotychczas danych dostatecznych do całkowitego opanowania tego zagadnienia. I tak np. nie wiemy dotychczas, czy zastosowanie hamulca wylotowego nie pociągnie za sobą innych skutków ujemnych, które być może wywrą na celność wpływ większy, niż zysk, uzyskany przez zmniejszenie odrzutu. Warto bowiem zauważyć, iż jakkolwiek o hamulcu wylotowym dużo pisano, chociaż znamy już dzisiaj liczne działa z pożytkiem go stosujące, to jednak nie pojawił się jeszcze na uzbrojeniu żaden karabin, zaopatrzony w hamulec wylotowy.

---

[13]) Np. *M. Ph. P. Quayle* „The Cutts compensator" Army Ordnance marzec, kwiecień 1927 r.

Niemniej jednak poszukiwania w tym kierunku są godne uwagi. Jest to bowiem najlepsze wyjście z dylematu stosowania ciężkiego pocisku przy niezbyt ciężkiej broni.

2. Zużycie broni.

A. Wpływ zużycia na celność

Zużycie broni pociąga za sobą:

1) Rozszerzenie części wlotowej lufy, a przez to niejednakowość oporu wciskania, a więc nieregularność w początkowym zapłonie prochu, co pociąga za sobą zwiększenie rozrzutu szybkości początkowej, oraz — wskutek wynikłego stąd większego rozrzutu czasów przebiegu pocisku w lufie — również i zwiększenie rozrzutu początkowego kąta podrzutu. Równocześnie wciskanie się pocisku w gwinty następuje nieco później, skutkiem czego pocisk nie wchodzi zupełnie osiowo w przewód lufy. Następuje więc bicie pocisku w lufie, a więc i wzrost nutacji początkowej pocisku.

2) Rozszerzenie części wylotowej, a więc wcześniejsze wyjście pocisku z wpływu gwintów, skutkiem czego zmniejsza się szybkość obrotowa pocisku, a tem samem i jego stateczność u wylotu. Równocześnie ściany lufy przestają naciskać na pocisk jeszcze przed wylotem, moment więc, kiedy nacisk ten ustaje, nie jest jednakowy na całym obwodzie pocisku, co w rezultacie powiększa początkową nutację pocisku.

3) Rozszerzenie przewodu lufy, a przez to mniejszą szczelność pocisku w lufie i większą zmienność tego uszczelnienia od strzału do strzału, co pociąga za sobą dalsze powiększenie rozrzutu skutkiem niejednakowego upływu gazów. Ponadto pocisk jest gorzej prowadzony w

lufie, długość prowadzenia jest bardzo zmienna, wskutek czego następuje bicie pocisku w lufie wraz ze wspomnianemi wyżej jego skutkami ujemnemi.

Równocześnie gazy, przeciskając się między pociskiem a ścianami lufy, walcują niejako pocisk [14]), powiększając jego długość w niekorzystnych warunkach nawet do 10%. Średnica pocisku się pomniejsza, a prowadzenie pocisku w gwintach staje się jeszcze gorsze, pociągając za sobą skutki ujemne, wspomniane wyżej.

Celność więc, jaką posiada broń nowa, zmniejsza się w miarę zużycia. Zachodzi więc pytanie, jak daleko sięga ten wpływ zużycia, t. j. po ilu strzałach daje się już odczuć jego wpływ i jak długo utrzymuje się wpływ początkowego polepszenia celności; innemi słowy, zachodzi pytanie, czy broń celniejsza, jako nowa, będzie również, w miarę zużywania się celniejsza od równolegle zużywającej się broni mniej celnej i jak wielkim będzie wpływ tej początkowej celności.

Odpowiedzi na to pytanie dają rys. 18 do 22 udzielone mi łaskawie przez *por. Gillerna* i będące wynikiem jego badań nad zużywaniem się luf.

Przedstawiają one przebieg celności po dwa kb., o lufach wykonanych z tego samego materjału, w miarę ilości strzałów. Jako miarę celności przyjęto tu wyraz:

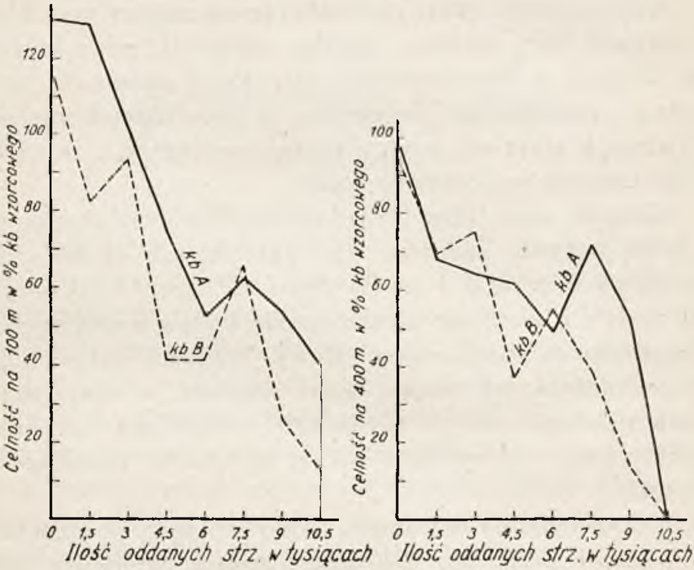
$$\frac{1}{\Delta y \; \Delta z},$$

gdzie Δy jest rozrzutem całkowitym wzwyż, a Δz rozrzutem całkowitym wszerz 5 strzałów. Skala rysunków

---

[14]) *M. G. Tchekhoff* „Influence de l'usure de canons d'armes a feu portatives sur leur rendement". Mémorial de l'Artillerie Française 1932 str. 409.

ułożona jest w ten sposób, że liczbą 100 oznaczono celność kb. wzorcowego, przyjętego jako miernik podczas prób.

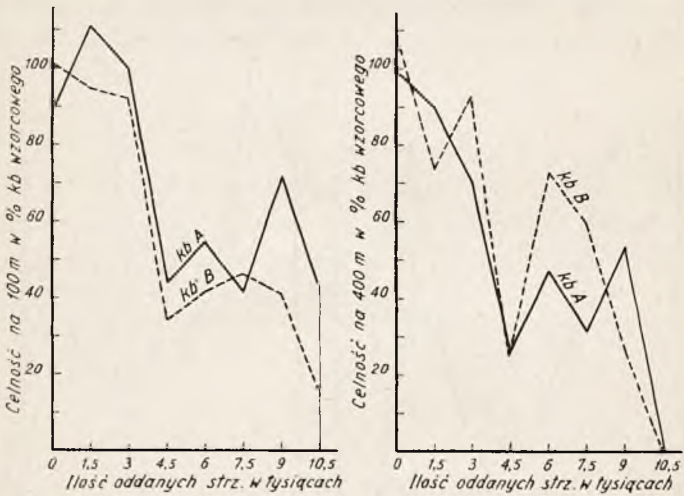


Rys. 18.

Z wykresów tych widać, że na odległości 100 m w dwóch wypadkach broń, początkowo celniejsza, staje się już po kilkuset strzałach mniej celną; w dwóch wypadkach początkowa celność lepsza zachowuje się przez czas dłuższy, przyczem jednak różnica celności staje się już bardzo mała; w jednym zaś wypadku broń początkowo znacznie celniejsza, już po kilkuset strzałach staje się pod względem celności równoważną broni mniej celnej.

Widać więc, że początkowa duża celność broni nie jest bynajmniej gwarancją jej większej celności w dalszym

ciągu jej życia, lecz, że zmienny przebieg zużycia lufy wywiera wpływ całkowicie nieobliczalny, mogący gruntownie zmienić początkowe wartości celności broni.

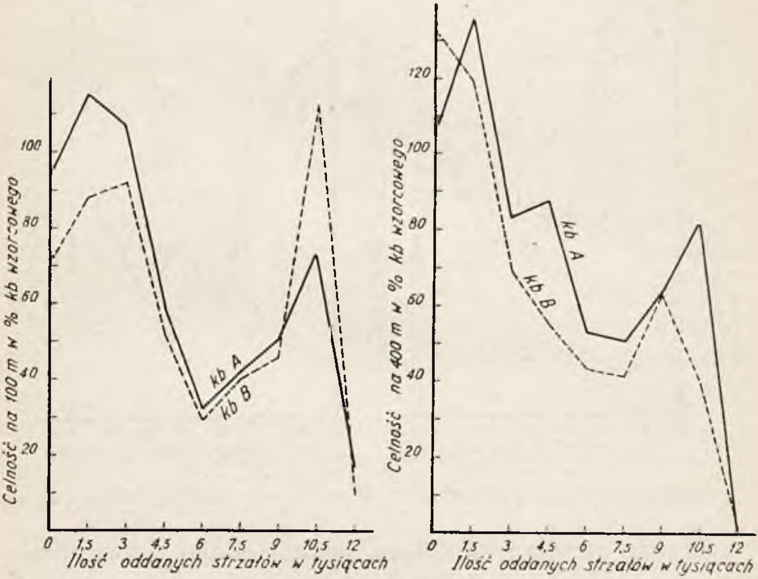


Rys. 19.

Wyniki strzelań na 400 m. jeszcze silniej potwierdzają ten wniosek, co w dalszym ciągu będę szczegółowiej analizował.

Należy jednak zauważyć, że zużycie lufy i stąd wynikłe zmiany celności mogą być zarówno wynikiem strzelania, jak i czyszczenia broni. Niewłaściwe czyszczenie broni znacznie bardziej niszczy lufę, niż strzał. W okresie pokojowym niewątpliwie można temu zaradzić przez odpowiednie czyszczenie broni w oddziałach, a więc przedewszystkiem przez odrzucenie dość niestety rozpowszechnionego systemu czyszczenia czysto mechanicznego i przez wprowadzenie na jego miejsce systemu raczej chemiczne-

go, stosowanego np. w wojsku amerykańskiem, zwłaszcza w okolicach gorących (Kanał Panamski), gdzie czyszczenie polega przedewszystkiem na przemywaniu lufy gorącą wodą lekko zasadową.

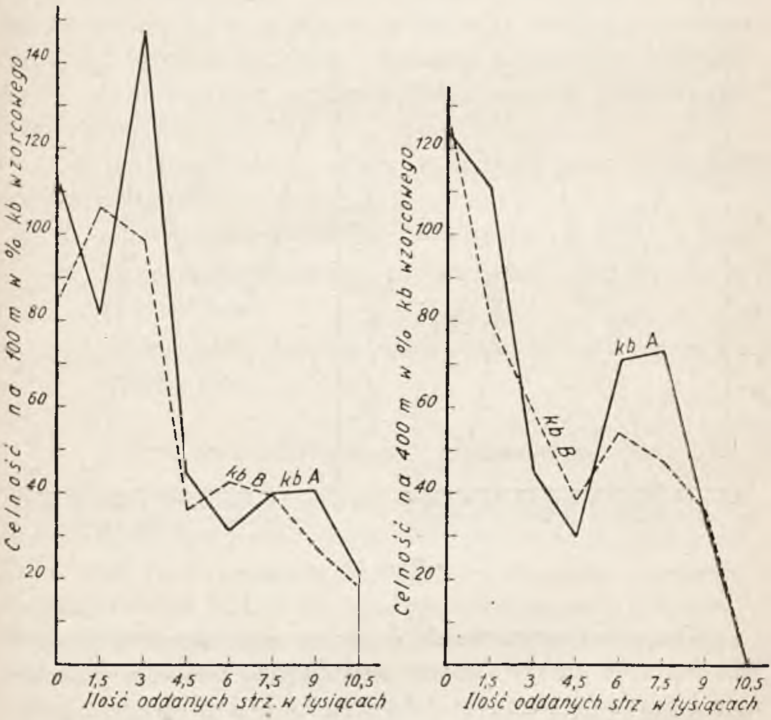


Rys. 20.

Przez przyjęcie systemu czyszczenia opartego na analogicznych zasadach i kategoryczne odrzucenie barbarzyńskiego szorowania luf „do glancu", można w dużym stopniu zmniejszyć tempo zużycia broni w oddziałach.

Ale nawet i wtedy nie usunie się tego zużywania całkowicie. Przy tej bowiem ilości amunicji, jaką przewiduje Instrukcja Strzelecka jako roczną dotację na jednego strzelca, należy przewidywać, że po trzech lub czterech

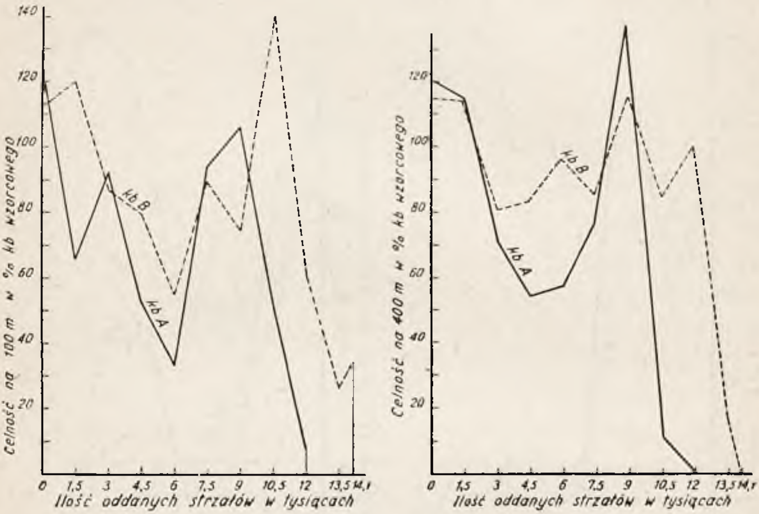
latach celność nowej lufy zacznie się systematycznie pogarszać. Jasną jest więc rzeczą, że budżetowo niemożliwą jest tak częsta wymiana luf karabinowych, ażeby nawet w warunkach pokojowych zapewnić, iż największa choćby produkcyjna celność kb. zostanie utrzymana przez cały czas ich życia w oddziałach.



Rys. 21.

W okresie wojennym sprawa przedstawia się jeszcze gorzej. Jak z danych ilości kb. i ilości amunicji, wysłanych na front francuski i angielski wynika, przeciętny wiek kb.

na froncie jest bardzo krótki i nie przekracza 100 strzałów. Tak krótki wiek kb. tłumaczy się tem, że kb. jako broń indywidualna żołnierza uszkadza się bardzo szybko wskutek działania ognia artylerji nieprzyjacielskiej, zarzucenia przez rannego żołnierza, wzięcia do niewoli i t. p. tak, że zużycie strzelaniem jest przeciętnie bardzo nikłe.



Rys. 22.

Natomiast czyszczenie broni w warunkach bojowych jest znacznie gorsze i nawet przy bardzo dobrze wyszkolonym i bardzo starannym żołnierzu musi doprowadzić szybko do zużywania się luf, może nawet jeszcze wcześniej, nim wogóle żołnierz zdoła oddać pierwszy strzał z kb. Skutkiem tego duża produkcyjna celność broni — nawet jeżeli w warunkach produkcji wojennej da się utrzymać — szybko zaniknie w warunkach rzeczywistości bojowej.

B. Przeciwdziałanie skutkom zużycia broni.

Jak z powyższego widać, nawet najlepsza celność broni nowej nie może zapewnić dostatecznie celnego strzału z karabina przez cały czas życia lufy.

Chcąc więc zapewnić dostateczną celność karabina nie tylko zupełnie nowego, ale i częściowo zużytego (oczywiście w pewnych racjonalnych granicach), należy przy konstrukcji i wyrobie karabina i amunicji zastosować wszelkie środki, zapewniające możliwie dobrą celność pomimo postępującego zużycia lufy.

To przeciwdziałanie skutkom zużycia broni może iść trzema drogami:

a. zmniejszenie szybkości zużywania się lufy;

b. zapewnienie dobrego prowadzenia pocisku mimo zużycia lufy;

c. zapewnienie dobrych warunków wylotowych mimo zużycia lufy.

a. *Zmniejszenie szybkości zużywania się lufy.*

Jest to przedewszystkiem kwestją doboru stali i prochu możliwie mało erozyjnego. Niestety jednak, jeśli chodzi o stal, to w państwach ubogich w surowce szlachetne niejednokrotnie będzie się musiało zrezygnować z rozwiązania technicznie lepszego na korzyść gorszego coprawda, lecz zato bardziej realnego.

Co zaś tyczy się prochu, to i tu możliwości nasze są dość ograniczone. Erozja bowiem jest przedewszystkiem funkcją temperatury wybuchu, ta zaś jest ściśle związana z własnościami balistycznemi prochu. Obniżając więc erozyjność prochu, tem samem obniżamy i jego cechy balistyczne. W tym więc kierunku nie można iść za daleko.

Ponadto dobór prochu ograniczony jest warunkiem małego rozrzutu szybkości początkowej, co znów bardzo zacieśnia możliwość zmian erozyjności prochu.

Jak wynika z danych, przedstawionych przez *Tchekhoff'a*[15]), proch żywszy naogół mniej niszczy lufę niż łagodny. Ma to znaczenie szczególnie w broni samoczynnej o lufie chłodzonej powietrzem. Lecz niewątpliwie i dla karabina wpływ żywości prochu będzie analogiczny. Wynika to zarówno z rozważań *Tchekhoff'a*, jak i z charakteru zjawisk zużywania się lufy, podanego w pracy mojej i *p. St. Śpiewaka*[16]). Niestety jednak i tu możliwości nasze są silnie ograniczone warunkami balistycznemi, które przy danej długości lufy określają dość zwykle dużą szybkość początkową.

Należy przy tej sposobności zauważyć, że niewątpliwie omawiana wyżej szczelność przecisku ma również swój wpływ na zużycie lufy. W świetle bowiem normalnie przyjmowanych teoryj erozji lufy jest rzeczą oczywistą, że im szczelniej pocisk przechodzi przez lufę, tem mniejsza jest ilość gazów, przeciekających pomiędzy pociskiem a lufą, tem więc mniejsze erozyjne działanie strumienia gazów na lufę.

Przebieg zjawisk przy zużywaniu się luf oraz rozważania teoretyczne prowadzą do wniosku, że pocisk o tylnej części smukłej będzie szybciej zużywał lufę, niż o dnie płaskiem. Doświadczenie zresztą potwierdza ten wniosek, co podaje również i *Tchekhoff* w kilkakrotnie cytowanej

---

15) l. c. str. 413.

16) *Mjr. Dr. Tadeusz Felsztyn i Stanisław Śpiewak* „Przebieg zużycia lufy małokalibrowej oraz metalograficzna analiza tego zjawiska" Wiadomości Techniczno-Artyleryjskie r. 1931, Nr. 8 str. 970 do 1008.

pracy. Z drugiej jednak strony, jak powyżej wspominałem, większa szczelność przecisku równoważy ten wpływ tak, że w ostatecznym wyniku można uzyskać pociski o dnie smukłem, które nie będą pod względem zużywania luf o wiele gorsze, niż pociski płasko zakończone.

Należy wreszcie zauważyć, że — jak podaje *Tchekhoff*[17]) — lufa grubsza zużywa się w tych samych warunkach wolniej, niż lufa cienka.

b. *Zapewnienie dobrego prowadzenia pocisku mimo zużycia lufy.*

Można je osiągnąć dwojako:

1) Przez odpowiednią *długość prowadzenia.* Niewątpliwie bowiem z chwilą, gdy częściowe zużycie uczyni pola mniej równemi, pocisk o dłuższem prowadzeniu będzie podlegał mniejszym biciom w lufie, niż pocisk o prowadzeniu krótszem. Ponadto przy dłuższem prowadzeniu szczelność pocisku będzie lepsza nawet przy zużytej lufie.

Niejednokrotnie można było stwierdzić, że — zwłaszcza przy większych ciśnieniach, — z lufy, z której pocisk o krótkiem prowadzeniu wylatuje w sposób bardzo mało celny, pocisk o prowadzeniu znacznie dłuższem ma jeszcze celność całkowicie dobrą.

2) Druga droga, to zapewnienie dobrego prowadzenia pocisku przy zużytej lufie przez większą różnicę między kalibrem pocisku, a kalibrem lufy. Różnica ta wynosi zwykle w nowoczesnych kb. około 0,3 mm (np. kb. niem. Mausera: kaliber lufy 7,92 mm, pocisku 8,22 mm, kb. szwajcarski: kaliber lufy 7,5 mm, pocisku 7,8 mm). Różnica ta jednak sama przez się nie jest czynnikiem zapewniającym

---

[17]) l. c. str. 412.

szczelność ruchu pocisku. Główną rolę gra tu przecisk, o którym była mowa już w rozdziale pierwszym. Jak tam zaznaczyłem, odpowiedni dobór tolerancyj na kalibrze pocisku i kalibrze brózdy może zapewnić, że przecisk ten będzie bądź ujemny, bądź też dodatni najwyżej w granicach 0,01 do 0,02 mm.

Bezsprzecznie najłatwiej wynik ten osiągnąć wtedy, gdy tolerancje pocisku zamknie się w granicach niezmiernie ciasnych, nie przekraczających 0,01 do 0,02 mm. Takie jednak tolerancje możliwe są tylko przy broni zupełnie nowej i przy bardzo starannym, a więc i drogim wyrobie tak luf, jak i pocisków. Tego rodzaju zacieśnianie tolerancyj jest więc możliwe i celowe jedynie przy broni sportowej, natomiast przy broni wojskowej jest zupełnie nie do przeprowadzenia.

Zwiększenie szczelności pasowania w lufie może iść dwiema drogami. A więc np. wspomniana amunicja fińska ma kaliber pocisku o 0,03 mm większy, niż dawniej. Nowy kb. szwajcarski ma średni kaliber lufy zmniejszony o 0,02 mm. Z tych dwu dróg ostatnia, t. j. zmniejszanie kalibru przewodu lufy (bez zmiany średnicy brózd) jest korzystniejsza, wpływa bowiem dodatnio na wiek lufy. Jasną jest bowiem rzeczą, że jeżeli kaliber brózd nie uległ zmianie, a kaliber pól został powiększony, to pole ma znacznie więcej „mięsa", skutkiem czego zużycie jego następuje znacznie później. Oczywiście nie można iść tu zbyt daleko, gdyż przez zbytnie zwężenie kalibru pól powiększa się ciśnienie, a przez to i z niem związaną szybkość zużywania się lufy, osiąga się więc skutek przeciwny od zamierzonego.

Ponadto należy wyraźnie podkreślić, że zmniejszenie średnicy pól w małym stopniu tylko wpływa na szczel-

ność przecisku, która zależy prawie że wyłącznie od stosunku średnicy brózd do średnicy pocisku.

Znalezienie więc właściwego stopnia przecisku i należytego stosunku tych trzech wielkości: kaliber pól, kaliber brózd i kaliber pocisku jest rzeczą trudną i wymaga żmudnych, długotrwałych, a tem samem i kosztownych badań. Bez nich jednak określenie optymalnych wartości tych trzech wielkości nie jest możliwe.

c. *Zapewnienie dobrych warunków wylotowych mimo zużycia lufy.*

U wylotu pocisk tem lepiej przeciwdziała zaburzeniom swego biegu w przewodzie lufy i zaburzeniom wywołanym przez gazy wylotowe, im lepsze są jego wartości stabilizacyjne, t. j. im szybciej potrafi on zniwelować pierwotne nutacje początkowe. Jak już poprzednio szczegółowo analizowałem, pocisk o dłuższem ramieniu stabilizacyjnem jest tu w warunkach znacznie korzystniejszych, niż pocisk typu S o tak krótkiem ramieniu oporu powietrza, że już przesunięcie środka ciężkości do przodu o 0,5 mm zwiększa rozrzut przeszło dwukrotnie.

Z drugiej jednak strony przy tem samem nagwintowaniu lufy i przy częściowem zużyciu przewodu u wylotu, pocisk krótszy jest w położeniu korzystniejszem, niż pocisk długi, gdyż wystarcza mu mniejsza szybkość obrotowa dla spełnienia warunku równowagi wylotowej. Może się więc zdarzyć, że przy dość daleko posuniętem zużyciu gwintów u wylotu, stabilizacja pocisku długiego będzie gorsza niż krótkiego, gdyż najlepsze nawet tłumienie nie będzie mogło wyrównać braku równowagi wylotowej.

Oba te wpływy są więc sobie przeciwne. Jeżeli konstruujemy lufę dla nowej amunicji, to wtedy uzgodnienie

tych obu sprzecznych warunków jest stosunkowo łatwiejsze, gdyż można przy obliczeniu gwintu uwzględnić (przynajmniej w dużym stopniu) zmniejszenie szybkości obrotowej zużycia się przewodu. Jeżeli jednak chcemy stosować pocisk dłuższy w lufie zbudowanej dla pocisku krótszego, to wtedy musimy albo pogodzić się z tem, że przy pocisku długim będziemy musieli wcześniej lufę wycofać z użycia (choć przed tem zużyciem celność pocisku długiego będzie lepsza niż krótkiego), lub też szukać środka wyjścia w postaci zmniejszenia zużycia gwintów u wylotu np. przez zmniejszenie średnicy pól.

Jak zawsze w technice, tak i tu niema rozwiązań uniwersalnych. Nie należy się więc dziwić, że pocisk dłuższy, pod wielu względami celniejszy od krótszego, może okazać się gorszym przy lufie silnie zużytej. Rozwiązanie praktyczne, jak zawsze, będzie musiało być kompromisem między różnemi wymaganiami.

(d. c. n.)

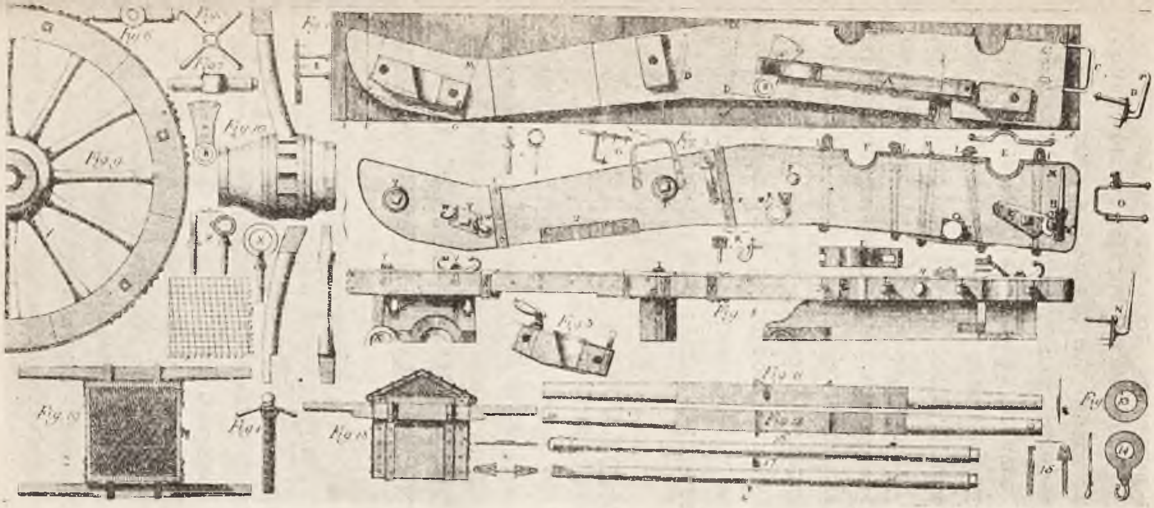
Prof. inż. PŁUŻAŃSKI STANISŁAW

WYRÓB SPRZĘTU ARTYLERYJSKIEGO W POLSCE W DRUGIEJ POŁOWIE XVIII STULECIA

(ciąg dalszy).

C. WYRÓB ŁOŻY.

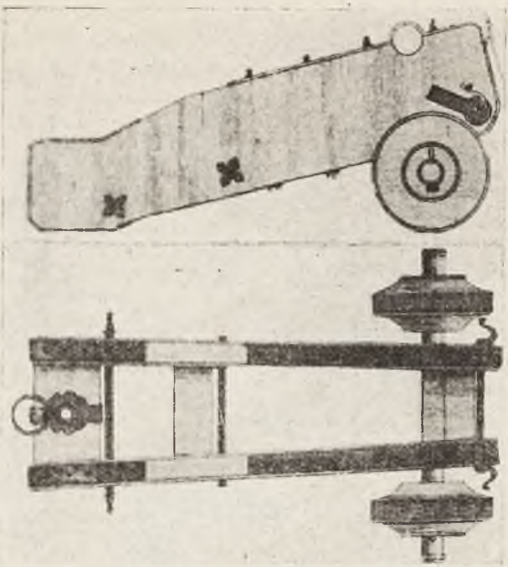
Podobnie jak lufę, rysowano łoże na odpowiedniej wielkości desce w naturalnej wielkości i, według tak sporządzonego rysunku (rys. 9), rozpoczynano wyrób. Wszelkie łoża (przewoźne, wałowe, okrętowe) wykonywano z drzewa: dębu, brzostu, grabu; artylerja saska używała drzewa sosnowego, okupując jego gorsze własności cięższem okuciem łoża. Osie, dzwona, piasty wykonywano z drzewa twardego, lecz nie kruchego, jak np. brzost, grabina, jarzębina. Z tychsamych gatunków drzewa, oraz z jesionu, wykonywano również inne części, jak orczyki, orczyce, dyszle, śnice i t. p. Szprychy kół robiono dębowe; panewki żelazne albo bronzowe; części drewniane osi, obracające się w panewkach, obijano blachą żelazną lub mosiężną.



Rys. 9.

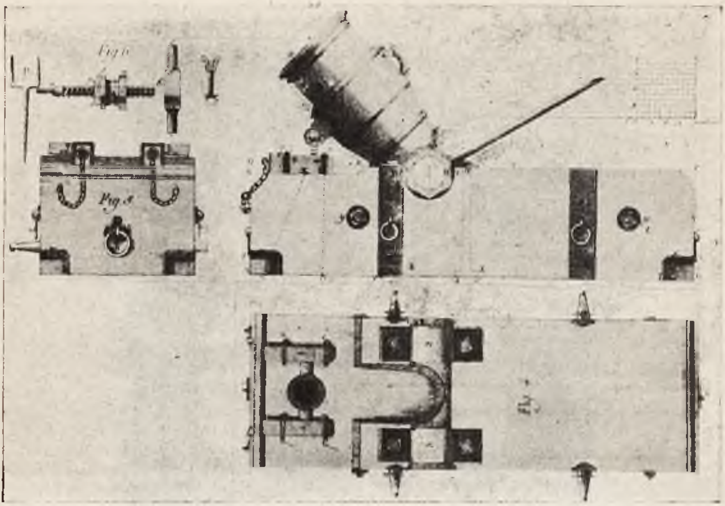
Części łoża do 12-funt. armaty polowej (franc.).

Fig. 1 — Przekrój łoża; fig. 2 — widok zewnętrzny; fig. 3 — przekrój szpony ogonowej; fig. 4 — śruba celownicza; fig. 5 — klucz do tej śruby; fig. 6 i 7 — „macica" (nakrętka do śruby celowni); fig. 8 — rzut poziomy połowy łoża; fig. 9 i 10 — koło; fig. 11 i 12 — oś żelazna; fig. 13 — krążek na oś; fig. 14 — „wąs" na końcu osi; fig. 15 — lon; fig. 16 i 17 — drążki ogonowe; fig. 18 i 19 — skrzynka „dostatkowa"; A — siodło celownicze; B — panewka na czopy „maciczne" (fig. 7); E — panwie czopowe z pokrywą; F — panwie podróżne; I — przednie, L — tylne sierdzenie czopowe; C, G, — uszy, D, H, N, R, W, Z — haczyki na narzędzia, wiaderko, drążki i t. p.



Rys. 10.

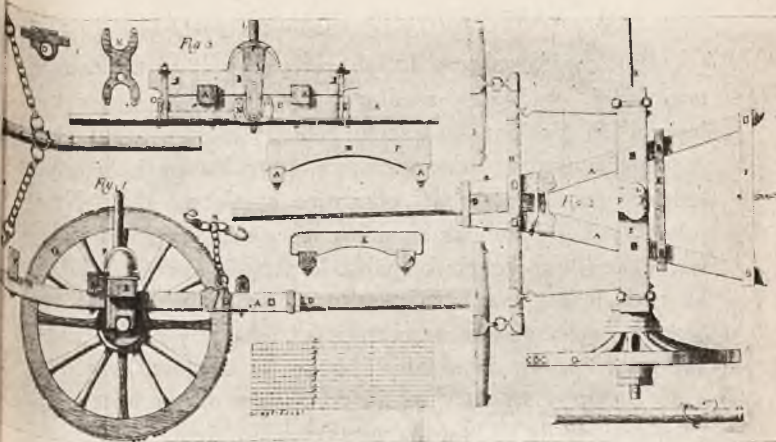
Łoże posiadało dwie pary panew: w jednej spoczywała lufa podczas strzelania, druga zaś dźwigała lufę podczas podróży (panwie „podróżne"). Okucie panew łączono z łożem przy pomocy „sierdzeni", t. j. długich bolców nagwintowanych na końcu z nakrętką i podkładką („sierdziennik z różyczką"). Ściany podłużne łoża były połączone „szponami" (szpona spoczynkowa, szp. ogonowa) i ściśnięte sierdzeniami poprzecznemi. Do zmiany kąta podniesienia lufy służył klin drewniany okuty, a w lżejszych działach — „śruba celownicza", wykonana z żelaza, o nast. wymiarach (dla 12-sto funt. armaty polowej): średnica zewnętrzna gwintu 42 mm, średn. wewnętrzna — 34 mm, skok dwuzwojowej śruby — około 12 mm. Działa polowe miały między ścianami ogona łoża „skrzynkę dostatkową" na narzędzia i t. p.



Rys. 11.

Okucie łoża składało się, oprócz wspomnianych już panwi i ich pokryw, z szeregu „opasek“ łożowych *S*, uszu dla drążków *C* i *G* do nastawiania łoża, haków do pociągu, mniejszych haków na różne narzędzia do obsługi i t. p.

Artylerja polska używała osi drewnianych, podczas gdy artylerja francuska stosowała już osie żelazne i bronzowe „buksy“. Różnica wymiarów osi była znaczna, gdyż przekrój środkowej kwadratowej części osi żelaznej, do wspomnianej 12-sto funt. armaty mierzył 78 mm, — oś zaś drewniana do armaty tej samej wielkości miała przekrój prostokątny: 168 × 144 mm. Dzięki zastosowaniu żelaznych osi można było zmniejszyć zaprzęg dział, t. np. do 8-mio funt. działa, ważącego 1200 f. na drewnianych osiach, zaprzęgano 4 konie, podczas gdy we Francji, do tegoż działa na żelaznych osiach wystarczało 2 konie, dalsza para koni była dodawana tylko na złych drogach.



Rys. 12.

Przodek do działa 8 lub 12 funt. polowego francuskiego.

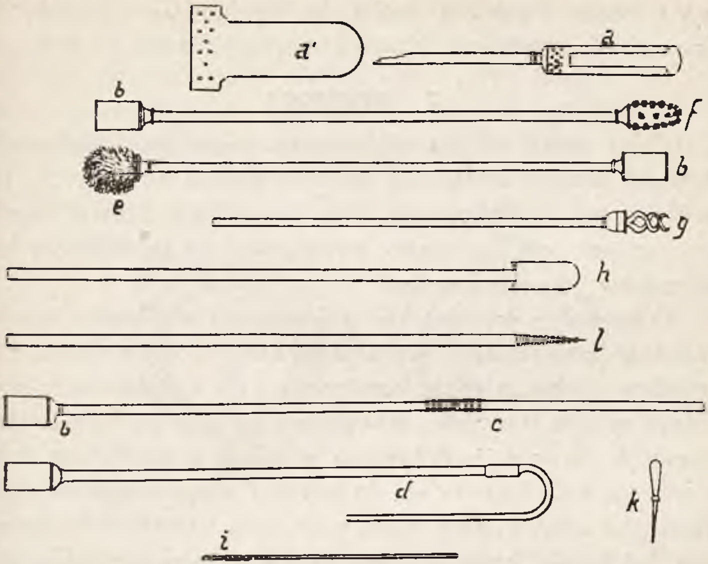
A — śnice; B — nasad; C — „pośrzodek" osi drewnianej; D — dyszel; E — minejsza, F — większa „podyma"; H — waga; I — orczyki; L — sworzeń; M — łańcuh do „zakarowania" armaty; N — opaska osi widlasta; O — „kapa" z uszami od tarcia; P — blacha nasadowa; Q — koła; R — oś żelazna.

Łoże „wałowe" do działa 24-ro funt. przedstawia rys. 10, a rys. 11 wskazuje łoże do moździerza. Jakubowski podaje również rysunek łoża do „nowego" 10″ moździerza (240 mm) odlane z żeliwa, bardzo ciężkie, o grubości ścian od 72 do 120 mm (!).

Przodki do przewozu dział były wykonywane, podobnie jak i łoża, prawie całkowicie z drzewa (rys. 12), okutego należycie żelazem. Rodzaje drzewa używane do wykonania przodków — były takie same jak i do wykonania łoża.

D. NARZĘDZIA DO OBSŁUGI DZIAŁ.

Proch wprowadzano do luf szuflą (rys. 13-a) z blachy miedzianej, osadzonej na długim trzonku drewnianym z jesionu lub grabiny. Na trzonku robiono znak, wskazujący zagłębienie trzonka wewnątrz lufy, przy którem należało ładunek prochu wysypać, obracając szuflę na 180°. Na proch dawano przybitkę ze słomy lub siana, przygotowaną według kalibru; przybitkę należało przybić stemplem kilka razy (sześć razy). Stempel t. j. wałek, wykonany z drzewa i obity na końcu blachą miedzianą, aby się nie łupał, miał trzonek drewniany długości = długości lufy + 2 do 3 stóp i średnicy od 24 do 36 mm dla mniejszych dział oraz 48 do 60 mm dla większych. Do dział polowych często stosowano t. zw. cepy (*c*), t. j. stempel o trzonku z dwóch części, złączonych przegubem ze skóry; taki stempel umożliwiał pozycję artylerzysty zboku wylotu lufy, dzięki czemu był on w tej pozycji zabezpieczony od przedwczesnego strzału. Do tegoż celu służył stempel „z kolankiem", francuski (*d*). Do czyszczenia przewodu po strzale służyła szczotka (*e*), t. j. wałek drewniany owinięty baranią skórą, przybitą miedzianemi gwoździami do wałka; lub też wałek o średnicy około ¼ kalibru, obwinięty tyloma warstwami skóry baraniej, ażeby wypełnił przewód lufy. Do czyszczenia komór prochowych złożonego kształtu, stosowanych w niektórych działach, używano pęcherza, powleczonego baranią skórą, osadzonego na przewierconym wzdłuż trzonku; — po wprowadzeniu do komory pęcherz wydymano tak, aby wypełnił kształt komory. Ostatnia konstrukcja szczotki polegała na osadzaniu przy pomocy kleju i drutu pęczków szczeciny wieprzowej w otworkach drewnianej głowicy (*f*).



Rys. 13.

Narzędzia do obsługi dział.

a — szufla do prochu; a' — rozwinięcie blachy na szuflę; b — stempel; c — „cepy"; d — stempel „z kolankiem"; e i f — szczotka;; g — „wykręt"; h — „bawoli ozór"; i — „lontownik"; k — przetyczka; l — „przypadkowa śruba".

Z innych narzędzi należy wymienić: „wykręt" (*g*) z dwóch skręconych wężykowato drutów, wkręconych w dłuższy trzonek drewniany, — używany do wyjmowania naboju z lufy; „bawoli ozór" — (*h*) do wyjmowania kuli z przewodu, wykonany z grubej blachy, nasiekanej na bokach i na końcu mocno dłutem, i zwinięty odpowiednio do krzywizny powierzchni lufy; „lontownik", t. j. laska długości 2 do 3 stóp (*i*), z nawiniętym na końcu lontem; „przetyczka" (*k*) — do przetykania kanału zapałowego i wreszcie t. zw. „przypadkowa śruba" (*l*) — kij z umieszczo-

ną na końcu stożkową śrubą do wyciągania „zawady" z przewodu (np. urwanej głowy stempla, szczotki i t. p.).

E. POCISKI.

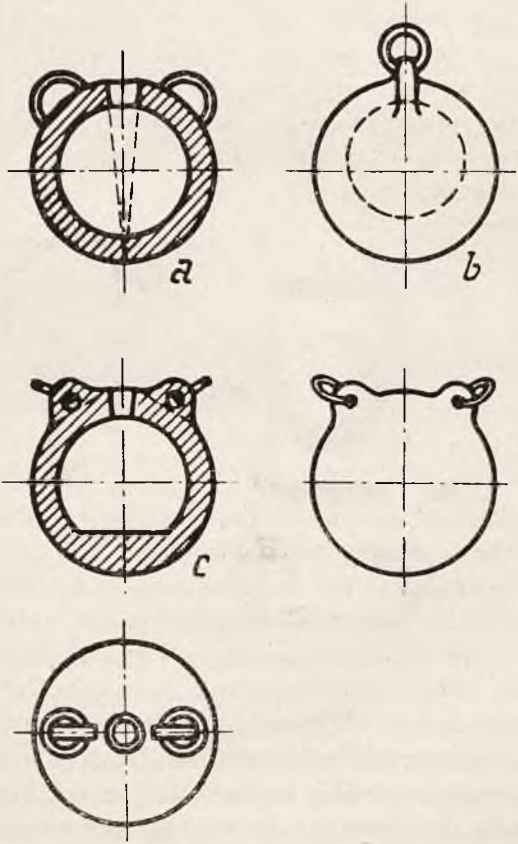
Jako materjał do wykonania pocisków działowych używano prawie wyłącznie żeliwa; użycie kul kutych, jako droższych w wykonaniu, było zaniechane prawie zupełnie; prócz tego używano wyjątkowo do moździerzy-kamienników jeszcze kamieni.

O sposobie wyrobu kul Jakubowski wspomina krótko i niedość zrozumiale; wyrabiano kule toczone, kute, polerowane; jako „niezbyt kosztowny i do wykonania łatwy" podaje sposób francuski, polegający na tem, że kule odlane w sposób zwykły, nagrzewano w piecu o pochyłem dnie, po którem kule toczyły się do miejsca, skąd rozpalone kule brano pod młot i „póty kują, póki kula należytej średnicy, okrągłości i gładkości, a temsamem i gęstości nie nabierze".

Możność kucia pocisków lanych tłumaczy się tem, — według opinji prof. W. Broniewskiego, — że żeliwo, przetapiane wówczas powszechnie w piecach płomiennych, — a nie w kopalniach, które dopiero później, przy końcu XVIII stul. weszły w użycie, — mogło ulec częściowemu odwęglaniu, np. do 2% zawartości węgla, t. zn. otrzymywano produkt podobny do stali, który nie posiadając kruchości żeliwa, mógł w pewnym stopniu przekuwany.

Oprócz kul pełnych, do większych kalibrów, a zwłaszcza do moździerzy, używano bomb i granatów, t. j. kul pusto-lanych, różniących się między sobą jedynie wielkością. Kule puste były lane o jednakowej grubości ścianek i o nierównej grubości ścianek. Pierwsze miały lepszą fragmentację, drugie zaś miały na celu, — przez padanie kuli na ziemię po strzale częścią cięższą t. j. dnem, — zabezpieczać zapalnik bomby od zarycia się w ziemi i za-

gaśnięcia; w tym celu otwór do zapalnika umieszczano w cienkiej części ścianki (rys. 14). Bomby dużych wymiarów otrzymywały dwoje uszu, przy pomocy których były opuszczane na sznurach w przewód moździerza; do ułatwienia ładowania używano specjalne kozły-trójnogi.

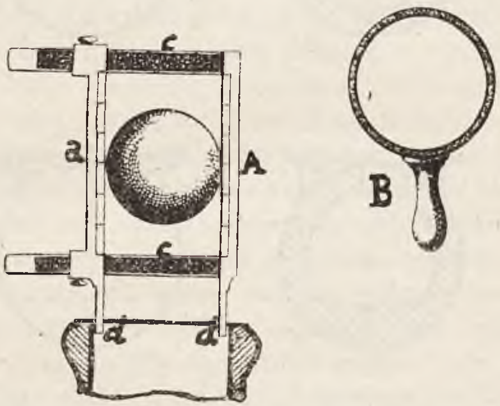


Rys. 14. Bomby.

a — o ściankach jednakowej grubości; *b* — o ściankach różnej grubości; *c* — o grubem dnie.

1. *Kontrola pocisków.*

Sprawdzanie pocisków polegało na kontroli okrągłości kształtu, gładkości, braku nierówności i zagłębień, pęcherzy, jakości żeliwa (nie zanadto kruche) i wymiarów. Średnica zamała kuli zmniejszała prędkość początkową pocisku i „rysowała lufę"; zaduża zaś kula, przy obecności rdzy i kurzu, mogła uwięznąć w lufie. Zwykły luz między kulą a lufą wynosił od 2 mm przy mniejszych kalibrach, do 4 mm dla większych dział. W działach żeliwnych, z powodu rdzewienia i „chropowatości" przewodu, luz bywał 2-krotnie większy.



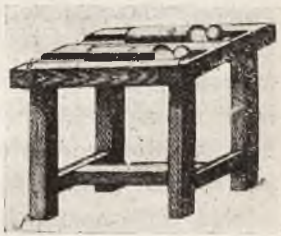
Rys. 15.

Dobieranie kul właściwego „wagomiaru" było poważną troską ówczesnych artylerzystów. Do tego celu służyły nast. przyrządy: cyrkiel (taster), lub miara (rys. 15 A), niedogodne i zbyt powolne do pracy przebierania większej ilości kul; dogodniejszy przyrząd składał się z dwóch kątowników, ustawionych na desce w odległości równej kalibrowi lufy; często stosowano „przepustnice" (rys. 15 B),

wykonywane z żelaza, miedzi, mosiądzu, drzewa, a nawet z kości słoniowej. Stosowany był nawet sposób tolerancyjny do sprawdzania średnicy kul dwiema przepustnicami; jedna z nich — większa, miała otwór o 2 mm mniejszy od średnicy lufy, — dla dział do 12 funt. i mniejszych, i mniejszy o 4 mm — dla dział 16 i 24 funt.; druga przepustnica mniejsza, miała średnicę o około 1,5 mm mniejszą od poprzedniej. Przy sprawdzaniu odrzucano kule, które nie przechodziły przez większą, jako zaduże, lub które przechodziły przez mniejszą — jako zamałe.



Rys. 16.



Rys. 17.

Dla przyśpieszenia pracy stosowano stoły o kilku otworach (rys. 16), zaopatrzone w rynienki, przy pomocy których można było sortować kule na jednakowe wielkości. Dokładniejszy był sprawdzian (rys. 17), składający się z dwóch tulejek bronzowych o średnicach zamałej i zadużej, podobnie jak wspomniane przepustnice; dzięki niewielkiej pochyłości stołu, kule toczyły się w swych gniazdach i przechodziły przez tuleje. Przyrząd ten sprawdzał średnicę toczącej się kuli nietylko w jednej płaszczyźnie, lecz w różnych, dzięki czemu tak sprawdzona kula dawała większe gwarancje prawidłowości kształtu. Tuleje bronzowe były sprawdzane gwiazdą; dozwolone zużycie tulei było oznaczone na 0,33 mm.

2. *Ładunki prochowe.*

Ładowanie szuflą było niedogodne, bo wielkość ładunku trudno było zachować zawsze jednakową, prócz tego uniemożliwiało szybki ogień, to też do dział polowych i innych stosowano odważone ilości prochu w *woreczkach.* Woreczki wyrabiane z papieru były wprawdzie tanie, lecz posiadały wiele niedogodności w użyciu, np.: tlejący papier powodował zapalanie się nowego ładunku, były zbyt nietrwałe do przewozu i t. d., to też były używane tylko do strzelania ćwiczebnego i w baterjach stałych, ażeby uniknąć niewygodnego ładowania szuflą. Lepsze były woreczki pergaminowe lub z pęcherza, lecz te znów zanieczyszczały kanał zapałowy i komorę tłuszczem i niespalonemi cząstkami. Oprócz tego wyrabiano woreczki płócienne, „kamlotowe, rafowe, szkotowe". Woreczki płócienne smarowano gęstym kitem, wykonanym z:

16 funt. twarogu, 16 łut. wapna i 8 łut. minji,

dla unikania żarzenia się w lufie cząstek płótna, które bardziej jeszcze niż papier „żar w sobie trzymało". Smarowano kitem już napełnione prochem woreczki, poczem suszono je na słońcu; kit miał zabezpieczać proch od zamoczenia i od przypadkowego ognia. Sposób ten, używany przez Francuzów od 1758 r. i Austrjaków, zarzucono, gdyż podczas suszenia worki traciły swój kształt i nie wchodziły do przewodu lufy; prócz tego przy przewożeniu kit odpadał, a wtedy takie woreczki „podpadają tymże nieprzywoitościom, co płócienne"; praca kitowania była zbyt mozolna; wreszcie przy szybkim ogniu zatykały zapał i zanieczyszczały przewód. Rafowe worki, używane we Francji były lepsze, powlekano je lekkim karukiem, aby się drobny proch nie wysypywał, lecz i one traciły kształt

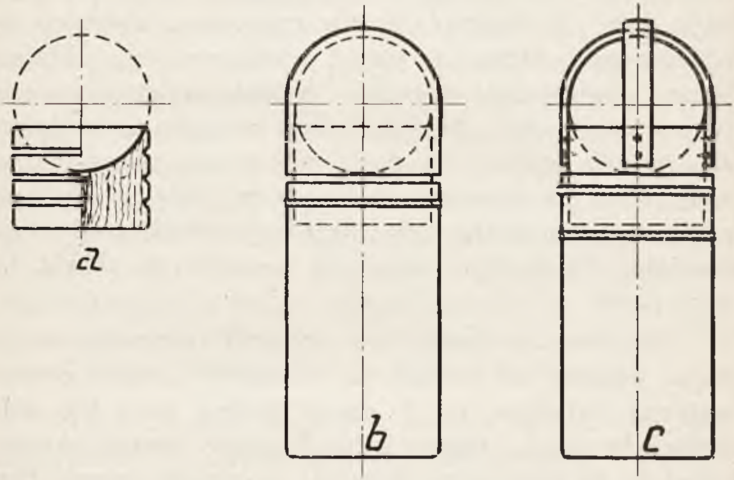
(„rozdymają się“); później we Francji stosowano worki kamlotowe, t. j. z gęstej tkaniny z włókien jedwabiu, wełny, czy też miękkiej sierści. W Polsce używano worki „szkotowe“, „prawie tak dobre, jak kamlotowe“.

Wyrób woreczków prochowych. Woreczki papierowe wyrabiano w nast. sposób: papier pokrajany na miarę nawijano na wałek drewniany z rękojeścią o średnicy przewodu lufy; $^1/_6$ długości papieru smarowano klajstrem zaprawionym z klejem i, tocząc wałek po stole, sklejano boczną powierzchnię woreczka. Krążek papierowy, wycięty o średnicy kuli, tworzący dno woreczka, przyklejano do bocznej powierzchni paskiem papieru, ponadcinanym z obu stron i posmarowanym klajstrem. Sklejone woreczki zdejmowano z wałka, (do ułatwienia wałek miał otwór poosiowy dla dostępu powietrza) i suszono na słońcu, lub przy piecu.

Szkotowe lub kamlotowe woreczki zeszywano mocno nićmi, włóczką lub jedwabiem (najlepiej), poczem zeszyty materjał składano na 6 części wzdłuż szwu tak, żeby utworzyły pasek, którego jedną krawędź ścinano ukośnie; powstałe po rozwinięciu języczki zeszywano razem, tworząc tym sposobem dno woreczka. Po zeszyciu należało worek „przymierzyć“ na wałku o średnicy przewodu lufy, przekonać się, czy jest dostatecznie ciasny i wygładzić szwy. Ilość materjału na woreczek była: długość — według ilości prochu + 1 kaliber na zawiązanie woreczka + ½ kalibra na denko; szerokość zaś — według obwodu wałka + zakładka na zeszycie.

Scalanie (zespalanie) woreczków prochowych z kulami, w naboje ostre, odbywało się w nast. sposób: kulę osadzano w drewnianym „szpuncie“, t. j. krążku o średnicy kuli (rys. 18-a), grubości około ¾ tej średnicy; na

powierzchni walcowej krążka zataczano 2 do 3 rowki („karbiki"), w górnej zaś czołowej powierzchni robiono kuliste zagłębienie głębokie na ⅓ średnicy kuli. Kulę osadzoną w zagłębieniu krążka łączono z nim na kit, poczem nadziewano na nią worek płócienny, który przyklejano wodą klejową do krążka (rys. 18-b).



Rys. 18.

a — krążek pod kulę; *b* — nabój scalony z kulą w worku; *c* — nabój scalony francuski.

Kit wyrabiano według nast. recept:

a)	popiołu grabowego	1 część
	drobnych wiórków żelaznych (trocin)	1 „
	mączki ceglanej	2 „
	szkła tłuczonego przesianego . . .	1 „

wszystko wygotować w klejowej wodzie mieszając, poczem do użytku przelać do innego naczynia.

b)	zendry kowalskiej	2	części
	drobnych wiórków mosiężn. (trocin)	1,5	„
	gipsu lub wapna niegaszonego . .	1	„
	mączki ceglanej	0,5	„
	mąki jęczmiennej	1	„

wszystko wymieszać i zrobić ciasto, zaprawiając wodą klejową.

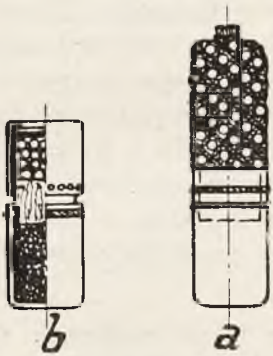
Sposób francuski scalania polegał na przymocowaniu kuli do krążka dwoma paskami blachy, założonemi na krzyż, których końce przytwierdzano gwoździami do krążka (rys. 18-c), — bez użycia kitu, ani też worka na kulę. Po osadzeniu kuli woreczek z prochem dobrze utrzęsiony wciskano mocno na krążek i przywiązywano mocno szpagatem w górnym rowku krążka. Złącze owijano paskiem pergaminowym, szerokości 60 mm, namoczonym w wódce tak, aby ½ szerokości paska przypadało na worek z prochem, a ½ na krążek i zawiązywano dwa razy szpagatem w dolnych rowkach krążka i trzeci raz o 6 mm poniżej krążka. Dwa pierwsze zawiązania służyły do mocnego połączenia worka z krążkiem, a trzecie — poniżej krążka na worku, — ażeby proch nie dostawał się między worek i krążek.

Do wykonania takich scalonych naboi potrzebowano 12 ludzi: 2 — do „szpuntowania" kul, 2 — do nasypywania prochu, 2 — do „natrząsania" prochu, i 6 — do przywiązywania woreczków prochowych. Produkcja takiej brygady ludzi wynosiła w ciągu 10 godzin pracy: 240 naboi do dział 12 i 16 funt. i 320 — do dział mniejszego kalibru (6 i 3-y funt.).

3. *Kartacze.*

Oprócz kul pełno-lanych dla walki na bliskich odległościach używano *kartaczy,* wyrabianych jako kartacze

gronowe, szyszkowe i pudełkowe. Pierwsze składały się z siekańców lub kulek żelaznych, przyklejanych smołą do pręta drewnianego lub żelaznego, osadzonego w krążku drewnianym, lub żelaznym. Wyrób takich pocisków był bardzo prosty: krążek z prętem zanurzano w roztopionej smole i po wyjęciu taczano w kulkach, poczem znowu zanurzano w smole, znowu taczano i t. d., aż do utworzenia pocisku o żądanym kalibrze; wtedy obciągano pocisk drelichowym workiem, który przywiązywano szpagatem w karbie krążka, wreszcie całość wiązano szpagatem na ukos, tworząc siatkę (rys. 19 a).



Rys. 19.

a — kartacz gronowy, *b* — kartacz pudełkowy.

Kartacze pudełkowe składały się z kulek lub siekańców umieszczonych w trocinach drzewnych w pudełku, wykonanym z blachy żelaznej, przybitym do krążka drewnianego gwoździami (rys. 19-b). Zamiast z blachy, robiono

pudełka również z drzewa, papieru, płótna, pergaminu, — z nich jedynie ostatnie były do tego celu dobre. Pergamin namoczony w occie winnym nawijano na drewniany wałek, aby wykonać walec wysokości około dwóch kalibrów, — z tej długości — 1 kaliber mieścił kulki, około ¼ służyło do przybicia na krążku, a reszta — do zawiązania utworzonego kartacza.

Skrzynki blaszane do kartaczów wyrabiano w nast. sposób: przyciętą na miarę blachę z dodatkiem 20 mm na zlutowanie wzdłuż i po 12 mm na zagięcie do przymocowania den, zwijano na wałku dla nadania kształtu, poczem wkładano jeden koniec zwiniętego walca do przepustnicy dla danego kalibru lufy, uciętym stożkiem żelaznym rozszerzając zwiniętą blachę dotąd, aż wypełniła ściśle przepustnicę. Wtedy lutowano koniec walca wystający nieco poza przepustnicę, poczem postępowano tak samo z drugim końcem walca. Następnie lutowano tworzącą walca na całej długości. Na dno tak utworzonego walca wkładano krążek z grubej blachy żelaznej tak, aby około 6 mm blachy płaszcza pozostało do zagięcia na krawędź krążka; aby zabezpieczyć krążek od wypadnięcia, robiono powyżej krążka parę otworów w blasze szydłem; krawędzie blachy w otworach, wciśnięte do środka walca, uniemożliwiały wypadanie krążka. Do tak wykonanego pudełka nasypywano kulki i pudełko przytwierdzano do krążka drewnianego, do którego łączono również woreczek prochowy. Takie scalone ładunki używane były tylko do dział mniejszych kalibrów (4-ro funt.), do większych kalibrów worki prochowe były oddzielne.

Ilość, wymiary i ciężar kul kartaczowych wskazuje nast. tabliczka:

Kal. działa	Ilość	Ciężar	Średnica kul	Ciężar kartacza
12-sto funt. . .	41	166,4 gr	35,3 mm	7,36 kg
	112	64,0 "	25,0 "	7,36 "
6-cio funt. .	41	76,8 "	28,0 "	3,45 "
	112	28,8 "	20,0 "	3,53 "
3-y funt. . .	41	38,4 "	22,0 "	1,78 "
	64	25,6 "	19,0 "	1,80 "

Kartacze „gipsowe" — robiono, zalewając gipsem kule umieszczone w walcu blaszanym, który po stwardnieniu gipsu zesuwano; kartacze takie nie zalecano do użytku, gdyż łatwo rozsypywały się w lufie i zanieczyszczały zarówno lufę, jak i kanał zapałowy bardzo silnie.

4. *Zapalniki.*

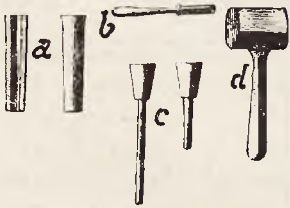
Ważną częścią pocisku wybuchającego (granatu, lub bomby) były *zapalniki*, gdyż od właściwego działania ich zależało działanie takiego pocisku. Zapalnik — tworzyła drewniana rurka napełniona masą palną, wbita w oczko bomby,, zapalana w chwili oddania strzału. Drzewo do wyrobu zapalników musiało być suche, bez sęków i nie łupiące się; używano miękkich gatunków drzewa — lipa, topola, wierzba, jak i twardych — olcha, grusza, jesion, brzost. Otworek poosiowy w stożkowo toczonej rurce musiał być gładki, bez zadziorów. Długość rurki była dobierana tak, aby zapalnik nie dotykał dna kuli na 24 do 72 mm.

„Zaprawy" używane do zapalników wykonywano według różnych przepisów jak np.:

Przepis	1	2	3	4	5	6
mączki prochowej	3	5	2	5	4 funt.	16 łut.
saletry	2	3	4	3	3 „	10 „
siarki	1	1	1	2	2 „	2 „
węgla zmielonego	—	—	1	—	— „	2 „

Elaboracja zapalników. Pierwszą czynnością było sprawdzenie rurek drewnianych: położenie otworu na środku, długość rurki, średnica otworu, gładkość jego, stan drzewa: bez sęków, szpar i zadziorów, nie stoczone przez robaki (przekonywano się o tem zatykając otwór palcem i dmuchając w rurkę). Sprawdzone rurki napełniano masą palną: zanurzano rurkę cieńszym końcem w masę tak, aby w otwór nabrało się trochę masy, poczem stawiano rurkę cieńszym końcem na równym stole i nasypywano do środka pełną szufelkę *b* masy; nasypaną masę ubijano stemplem dłuższym *c* (rys. 20), wykonanym z drzewa, żelaza lub mosiądzu, dobrze wypełniającym rurkę, i przybijano 5 do 6 razy drewnianym młotkiem *d*. Potem wsypywano następną szufelkę i t. d., aż do połowy rurki; dalsze porcje masy ubijano stempelkiem krótszym, — przyczem każdą następną szufelkę masy ubijano silniej, uderzając za każdym razem jeden raz więcej, aż do 24 razy — ostatnią szufelkę. Po napełnieniu rurkę zalepiano z obu końców woskiem z terpentyną; wosk z cieńszego końca zdejmowano przed włożeniem zapalnika do bomby, z grubszego zaś — przy strzale. Próba dobroci zapalników

polegała na tem, że zapalnik zanurzony do wody z przywiązanym kamieniem powinien się wypalić całkowicie, nie gasnąc.



Rys. 20.

Przed elaboracją bomby były sprawdzane na obecność skaz, zagłębień, nierówności i gładkość wewnętrznej powierzchni; sprawdzano również kształt otworu dla zapalnika (oko). Potem bombę rozgrzewano, wylewano szewcką smołą wewnątrz dla zabezpieczenia ścianek od wilgoci i nasypywano odważoną ilość prochu: dla dużych bomb, 120 funt. (14 cali średnicy = 336 mm), porcja prochu wynosiła od 1,64 do 2,04 kg, w małych — 25-cio funt. (8 c. średn. = 192 mm) — 0,410 kg. Po wsypaniu prochu, puste miejsce wypełniano pakułami lub t. p., jednak tak, żeby koniec zapalnika wchodził w proch.

Po sprawdzeniu zapalnika (nadłupane lub t. p. uszkodzone rurki były odrzucane), zapalnik zabijano w otwór bomby tak, żeby tylko 12 mm rurki wystawało (przedtem usuwano spodnią zatyczkę woskową), obwiązywano wystającą część zapalnika („głowę") włóknami konopnemi maczanemi w klejowej wodzie i zakitowywano kitem (jak używany do kitowania kul w krążkach). Wreszcie „zaogniano" (amorcer) zapalnik; w tym celu smarowano oko zapalnika ciastem z mączki prochowej rozrobionej w mocnej wódce, przymieszano nieco prochu ziarnistego i posy-

pywano mączką prochową — ile przylepi się do tego ciasta, resztę strząsano. W bocznej powierzchni wystającej głowy wiercono cztery otworki na krzyż uważając, aby nie rozłupać drzewa; w otworki nawlekano dwa kawałki nici, któremi przywiązywano dwa ułożone na krzyż na oku zapalnika pęczki „zapalniczego przędziwa". Wreszcie to przędziwo zawijano „w papilot" i obwiązywano papierem całą głowę zapalnika.

Wyskalowanie zapalnika odbywało się tak, aby zapalnik działał natychmiastowo po uderzeniu o ziemię, ażeby nie dać czasu na schronienie się, lub zduszenie zapalnika, lub też uchronienie się „zakrywając się świeżą wołową skórą"; bądź też z opóźnieniem, przy działaniu przeciw umocnieniom, budynkom i t. p. To ostatnie działanie osiągano, dając „słabszą lub mocniejszą" masę do rurki zapalnika, lub też regulowano czas palenia się zapalnika długością rurki. Dla ustalenia czasu palenia się masy wypuszczano bombę i liczono, ile sekund była w ruchu aż do uderzenia w żądany cel. Jeśli czas lotu wynosił np. 30 sek., a czas spalania zapalnika był 35 sek., wtedy albo ucinano $\frac{35-30}{35}$ część długości zapalnika, albo też na tej długości robiono otwory w bocznej powierzchni rurki zapalnika. Tak poprawione zapalniki były używane do elaborowania pocisków.

Ostre bomby (z zapalnikami) do transportu obwiązywano pergaminem, zamoczonym w wódce, obkładając głowę zapalnika miękką „zaprawą", składającą się z mieszaniny

1 f. łoju baraniego i 1 f. żółtego wosku, lub też

4 f. żywicy, 7 f. terpentyny i 4 f. żółtego wosku.

Tak opatrzoną głowę jeszcze zanurzano w masie złożonej z

4 f. smoły szewckiej i 2 f. żywicy, albo

6 f. smoły szewckiej i ¾ f. oleju lnianego.

Rozbrajanie bomb wykonywano przy pomocy przyrządu wskazanego na rys. 21.



Rys. 21.

5. *Amunicja specjalna.*

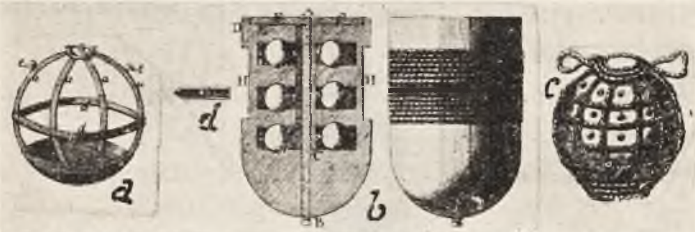
Oprócz wspomnianej amunicji normalnej do dział wyrabiano różnoraką amunicję specjalną. Ciekawsze typy jej były:

Bomby zapalające — ładowane 4 do 5-cio krotną ilością prochu w porównaniu do bomb zwykłych; oprócz prochu otrzymywały one pewną ilość „szmelcu skalistego" (roche à feu), t. j. „kamieni palących się wolnym ogniem" Skład tego szmelcu skalistego był nast.:

	1	2	3	4
mączki prochowej . .	2,25	4	10	4 funt.
saletry	3,75	8,75	24	8,75 ,,
siarki	6	2,5	32	12,5 ,,
drobnego węgla . . .	—	—	1	— ,,
prochu w ziarnach . .	—	—	0,5	— ,,
terpentyny	—	—	—	16 ,,
przędziwa zapałniczego	—	—	—	4 ,,

Wyrób szmelcu odbywał się w sposób dość skomplikowany: gruby żelazny tygiel na 3 nóżkach, lub w braku jego gliniany polewany tygiel rozgrzewano nad ogniem ustawiając go na cegłach, ułożonych w takich sposób, ażeby chroniły zawartość tygla od iskier. Po rozgrzaniu smarowano wewnętrzną powierzchnię tygla obficie sadłem lub słoniną, nalewano nieco oleju lnianego, oraz sypano siarkę, poczem przykrywano tygiel dopasowaną szczelnie pokrywą drewnianą. Gdy siarka się już roztopiła, zdejmowano tygiel z ognia i sypano ostrożnie przez lejek, lub tutkę z papieru, mączkę prochową, saletrę i pozostałe składniki, przyczem podczas sypania dwóch ludzi ciągle mieszało zawartość tygla drewnianemi łopatkami, dobrze sadłem lub słoniną wysmarowanemi. Potem tygiel stawiano znów na rozżarzone węgle, dwóch ludzi naprzemian ciągle mieszało drewnianemi łopatkami zawartość tygla, jednocześnie — „wewnętrzna powierzchnia pilnie smaruje się słoniną, mocno na laskach przywiązaną. Od tej pilności zależy cały dobry skutek, żeby zaprawa niezapaliła się i nieszczęścia nie narobiła". Gdy się wszystko stopiło i nabrało jednostajnego koloru, — wykładano masę do innego naczynia,

wysmarowanego sadłem; po zastygnięciu masa była tak twarda, że do użycia trzeba ją było rąbać na kawałki, — stąd nazwa szmelc skalisty. Dla bezpieczeństwa zalecano wykonywać opisaną pracę na otwartem powietrzu.



Rys. 22.

a — szkielet bomby świecącej; *b* — pocisk „przykopowy"; *c* — pocisk zapalający z „mordownikami"; *d* — „mordownik".

Bomby świecące, czyli „kule świecące", używane dla „rozjaśnienia" w nocy, jak również dla wzniecania pożarów. Szkielet bomby stanowiły obręcze żelazne okrągłego lub eliptycznego kształtu, przyłączone u góry zagiętemi końcami do pierścienia, u dołu zaś przymocowane do żelaznej czaszy stanowiącej dno; do dwóch przeciwległych obręczy przycowane były dwa haki, służące do wpuszczania kuli do przewodu moździerza na sznurach, poprzeczna obręcz usztywniała całość (rys. 22-a). „Zaprawy" do takich kul były rozmaite:

1) twardej smoły — 15 f., prochu grubego — 30 f., łoju — 4 f., albo
2) mączki prochowej — 7, twardej smoły — 5, kalafonji — 4, oleju terpentynowego — 1, prochu drobnego — 18, przędziwa zapalniczego — 0,25 f.;
3) mączki prochowej — 20, twardej smoły — 6, oleju terpentynowego — 1, przędziwa zapaln. — 0,6 f.;

4) mączki prochowej — 8, saletry — 2, siarki — 1, twardej — smoły — 4, kalafonji — 2, prochu grubego — 8, oleju terpentynowego — 0,63, prochu drobnego — 5, szkła tłuczonego — 0,75 f.;

5) mączki prochowej — 2,75; twardej smoły — 1,25; kalafonji — 0,5; prochu grubego — 2,75; prochu drobnego — 2,1; żywicy — 1,1; saletry — 0,63: antymonu — 0,25; szkła tłuczonego — 0,18 f.

Wyrób kul świecących odbywał się w nast. sposób: żelazny kadłub bomby obszywano drelichem, zostawiając otwór u góry, i przez pozostawiony otwór zapełniano masą, przygotowaną według jednej z powyższych recept. W trójnogu rozpuszczano najpierw smołę, do rozpuszczonej dodawano żywicy, łoju i t. p., potem dodawano jeszcze połowę potrzebnej ilości prochowej mączki, oleju i innych składników, mieszając starannie łopatkami. Tak przygotowaną zaprawę przenoszono na deskę lub do niecki, w której dodawano resztę mączki prochowej i wyrabiano ciepłą masę wysmarowanemi tłuszczem rękami. Gotową masę nakładano ciepłą do obszytego szkieletu bomby, dobrze upychając i przyrzucając zapalniczego przędziwa do każdej wkładanej warstwy. Zanim masa zastygła, wkładano w oko potłuszczony stempel drewniany 24 mm średnicy i 48 mm długości; stempel wyciągano po zastygnięciu masy i zapełniano powstałe wgłębienie masą, składającą się z 12 części wagowych mączki prochowej, 7 cz. saletry, 4 — siarki, 3 — trocin sosnowych, zmoczonych mocną wódką. Na dno zagłębienia kładziono na krzyż dwa pęczki zapalniczego przędziwa, takiej długości, aby końce wychodziły na zewnątrz i zapełniano masą całe wgłębienie. Wreszcie „masę zapalniczą“ „zaogniano“, jak zapalniki, — smarując masą prochową i przysypując mączkę prochową. Wystające końce przędziwa wiązano razem, zawijano w

pergamin i oblewano woskiem. Ostatnia czynność polegała na zanurzeniu całej gotowej bomby w roztopionej smole. Dla większego efektu bomby, wkładano do niej mały ręczny granat, wagi około 0,8 kg.

Z moździerzy-kamienników rażono *kamieniami* robotników nieprzyjaciela, zajętych wykonaniem umocnień i t. p. Nabój sporządzano na miejscu w najprostszy sposób: ładunek prochu w worku, lub też szuflą umieszczano w komorze prochowej moździerza, na dno przewodu wkładano krążek drewniany, na który sypano kamienie polne. Do miotania kamieni ze zwykłych moździerzy używano „kamiennych koszy", w celu ochrony ścianek przewodu lufy. Kosz kamienny składał się z dna, wytoczonego według kształtu dna moździerza z suchego drzewa, w którym nawiercano nieparzystą ilość otworów; w otworach umieszczano kołki drewniane potrzebnej długości, które oplatano wikliną, lub też kosz upleciony z wikliny nasadzano na dno i przybijano do dna gwoździami.

Oprócz opisanych typów Jakubowski przytacza jeszcze wiele innych, jak np. ogniste kule i piłki oświetlające, dymiące, „smrodliwe" i „truciznowe" — pociski zeszyte z drelichu w kształcie kuli lub elipsoidu napełnione masą o różnym, zależnym od przeznaczenia składzie. Tak np. kule oświetlające były napełniane masą, przypominającą skład ogni sztucznych, tylko bez substancyj zabarwiających na jakiś kolor płomienia; kule dymiące — miały w swej „zaprawie" żywicę, smołę i sosnowe trociny; „smrodliwe" — miały w masie swej tarty róg koni lub mułów, oraz „djable łajno" (assafoetida) i melissę (niem. Wanzenkraut); wreszcie — „truciznowe" kule „w chrześcijańskim państwie nie były używane". Taki drelichowy pocisk otrzymywał zapalnik, wykonany jak wyżej, odpo-

wiednio zabezpieczony; w końcu cały pocisk był zanurzany w roztopionej smole, dla ochrony od wilgoci.

Oprócz wspomnianych pocisków, Jakubowski wylicza wiele innych rodzajów, odnosi się jednak wrażenie, że znane mu one były z opisu tylko i jeśli miały jakiekolwiek praktyczne zastosowanie, to chyba w czasach znacznie poprzedzających epokę omawianą. Do nich należą np. kule ze „szmelcu skalistego" (rys. 22-c), oplatane słomą i obszyte drelichem, których działanie miały wzmocnić wstawiane w zewnętrzną powierzchnię kuli „mordowniki" (niem. Mordschläge), t. j. rurki, napełnione masą palną w połowie, w pozostałej zaś części — prochem i kulą, które miały w miarę wypalania się kuli, w której powierzchni tkwiły, strzelać i razić na dalszej odległości znajdujące się cele żywe. Były również „worki z granatami" (balons à grenades), t. j. worki napełnione 0,41 do 0,82 kg prochu, na który kładziono warstwami po 4 szt. małe granaty, skierowane zapalnikami do środka; przestrzenie próżne między granatami zasypywano mączką prochową, worki zawiązywano silnie, aby granaty się w nich „nie kołatały". W zawiązaniu worka umieszczano zapalnik „zaogniony" jak wyżej, i cały worek zanurzano w smole. Dla bezpieczeństwa taki worek umieszczano wewnątrz drugiego worka i znów kąpano w smole. Zapalnik mógł być tak „umiarkowany, żeby proch rozsadził worek w powietrzu". Zamiast granatów można było naładować worek kamieniami.

Kule „przykopowe" (Trancheekugeln) — podobne do poprzednich, lecz więcej do pocisku podłużnego podobne (rys. 22-b), zawierające w oprawie drewnianej 4 warstwy po 4 małe granaty, przesypane prochem i zaopatrzone w poosiowy zapalnik w tutce papierowej. Całość przypo-

mina nieco współczesne szrapnele. Pociski te przeznaczone miały być do rażenia zajętego robotami oblężniczemi nieprzyjaciela.

Worki prochowe — rzucane przez obleganych, podczas szturmu wałów i murów na głowy oblegających; oraz całkiem fantastycznie wyglądające wieńce szturmowe, kopje szturmowe, prochowe baryły, kule ogniste ręczne dopełniają opis amunicji.

F. LONTY.

Lonty do zapalania podsypki prochowej dla spowodowania wystrzału wyrabiano z włókien konopi lub lepiej lnu, odpowiednio „wytrzepanych" i wyczesanych, przędzonych w nici i pasma. Lont skręcano z trzech pasem („żeber") lecz dość luźno tak, aby zmniejszenie długości wskutek skręcania nie było większe niż o ¼ pierwotnej długości pasem. Często na lont nawijano cienką wierzchnią warstwę zabezpieczającą przędzy o skręcie odwrotnym do skrętu lontu. Powłoka, gładzona po wierzchu zwilżoną krajką i smarowana wodą klejową, była źle widziana przez autora, jako że umożliwiała ukrycie „ladajakiej wewnątrz materji".

Przyprawianie przędzy na lonty polegało na „nałużeniu" w ługu z wapna niegaszonego i potażu, lub wapna i popiołu (na 100 funt. lontu — 50 f. czystego popiołu + + 25 do 30 f. wapna niegaszonego). Pracę wykonywano w kadzi drewnianej z otworem we dnie, zamkniętym czopem. Na dnie kadzi sypano naprzemian popiół i wapno i zalewano wodą wrzącą, którą odcedzano i wypuszczano przez otwór z kadzi. Wodę przepuszczano kilkakrotnie, aż do takiego stężenia, żeby w niej „jajko pływało". Inny sposób polegał na zrobieniu oddzielnie wody wapiennej

i zalewaniu nią popiołu. Lonty układano w kotle, stojącym na ognisku i napełnionym ługiem; lonty przyciskano kamieniem, żeby nie wypływały na powierzchnię i gotowano powoli w ciągu 4 do 5 godzin, dolewając ługu w miarę parowania. Nałużone lonty moczono przez 3 do 4 godzin w wodzie saletrzanej (3 do 4 funt. saletry na 100 f. lontu). Gatunek lontu podnosił się przez moczenie w gnojówce przez 7 do 8 dni, lub przez dodawanie krowiego nawozu do ługu, lub też obkładanie zwiniętych w pęczki lontów nawozem krowim w ciągu 30 dni. Następnie lonty naprężone na stole gładzono, nacierając kilkakrotnie kawałkiem skóry krowiej, nabitej miedzianemi gwoździami. Lonty z powłoką gładzono ostrym surowym płótnem, nacierając w kierunku skrętu. Wygładzone lonty suszone na słońcu, wiązano w pęczki (po 34,5 do 52 m) wagi 8 do 9 funtów; z 10 pęczków tworzono „pakę" i przechowywano w skrzyniach. Do przewożenia lontów używano beczek o 0,72 m średnicy i około 1 m wysokich, mieszczących około 300 f. (około 123 kg) lontów.

Odbiór lontów polegał na rozplataniu oddzielnych pęczków z różnych miejsc wziętych próbek, sprawdzeniu materjału i stopnia skrętu, głębokości nałużenia (krowi nawóz barwił włókna na żółtawy kolor), nie obecności pleśni i zgnilizny, oraz na próbie spalania. Dobry lont, o średnicy 12 do 20 mm, zapalony palił się jednostajnie i nie zaprędko (od 96 do 120 mm w ciągu godziny) i nie gasł nawet podczas wilgotnej i wietrznej pogody, — a po spaleniu dawał węgiel ścisły i twardy, nie kruszący się przy dotknięciu do twardej powierzchni, a przepalający naprężoną kartkę papieru przy dotknięciu i po przejściu na drugą stronę kartki „węgla nie tracił"; otrząśnięty zaś z popiołu lont, miał dawać ogień „żywy i jasny".

G. ZAPŁONNIKI.

Zamiast podsypki prochu używano do zapalania ładunku t. zw. *„zapalniczków“* (fusée d'amorce), t. j. rurek z białej lub mosiężnej blachy o takiej średnicy, żeby swobodnie w zapał lufy wchodziły, wypełnionych mączką prochową lub masą złożoną z:

0,75 f. mączki prochowej, 0,5 f. saletry, 0,5 f. siarki i 0,19 f. proszku węglowego, wszystko zmieszane i rozrobione na ciasto mocną wódką. Ciasto rozkładano na talerzu i napełniano nim rurkę „dziobiąc" nią po talerzu tak długo, dopóki cała rurka nie została napełniona. Napełnioną rurkę przebijano wzdłuż iglicą i suszono; poczem na miseczkę, znajdującą się na jednym końcu rurki, nasypywano podsypkę prochu, obwiązywano miseczkę papierem i zawiązywano nitką.

Oprócz blaszanych, były w użyciu *trzcinowe* zapalniczki, wykonane z suchej trzciny (ścinanej w grudniu albo w styczniu), we środku wygładzone „stęplikiem" po usunięciu miąższu. Miseczki z kartonu przyklejano do trzcinek, a końce ścinano ukośnie dla otrzymania większej powierzchni oddającej ogień ładunkowi. Napełnianie takich trzcinowych rurek odbywało się tak, że 400 do 500 rurek osadzano pionowo w otworkach w dnie pudła, poczem nałożywszy rzadkiego ciasta do tego pudła trzęsiono nim dopóty, aż masa napełniła wszystkie rurki do samego ścięcia u dolnego końca rurek. Poczem na ściętym końcu rurek wiercono dwa otworki na krzyż, przewlekano przez nie nitki zapalniczego przędziwa, posypywano je mączką prochową i skręcano nitki w papiloty.

Przy użyciu ładunków prochu w woreczkach, trzeba było przed oddaniem strzału przekłuć woreczek przetyczką wsuwaną w otwór zapału; — zapalniczek przedstawiony

na rys. 23 miał na celu uprościć tę czynność, przez zastosowanie śróciny w rurce zapalniczka, wyrzucanej przez proch zawarty w rurce. Po przebiciu woreczka przez śrócinę, ogień z zapału przerzucał się do ładunku prochu w komorze.



Rys. 23.

Przy prędkim ogniu zamiast lontów używano *„świeczek“* (lance à feu): były to rurki sklejone z papieru, 8 mm średnicy i 288 mm długie, napełnione masą składającą się z:

18 łut. mączki prochowej, 13 ł. saletry, 7 ł. siarki, 2 ł. prohu drobnego i 3 ł. węgla utartego.

Masę utartą na „tarlicy“ i przesianą, lekko zwilżoną olejem lnianym, nakładano do rurki, ubijając lekko stempelkiem.

„Knotki zapalnicze“ (étoupille) wyrabiano z nici grubych przędzonych z lnu, konopi lub najlepiej z bawełny, skręcając je i mocząc w ciągu 24 godzin w wodzie sale-

trzanej z mączką prochową. Po wyjęciu z wody posypywano mączką prochową i suszono na słońcu, albo przy piecu i znów posypywano mączką. Dla otrzymania szybciej spalających się knotków, zamiast wody saletrzanej stosowano moczenie lub gotowanie w płynie, złożonym z: 4 części octu winnego, 2 cz. moczu, 1 cz. wódki, 1 cz. saletry kruszonej i 1 cz. mączki prochowej.

Wspominane poprzednio *„zapalnicze przędziwo"* wyrabiano w nast. sposób: 1 f. przędzy lnu, konopi lub bawełny, tłuczkami utłuczonej i powiązanej w pęczki grubości palca, umieszczano w naczyniu warstwami, przekładając przędzę ciastem, zrobionem z: 1 f. mączki prochowej, 1 f. saletry kruszonej i ½ f. siarki, utartych i zalanych 1 kwartę octu i 1 kw. wody. Potem gotowano aż do wyparowania całej cieczy, przekładając aby się masa nie przypaliła, poczem wyjmowano, „pudrowano" mączką prochową i suszono. Dla większej trwałości dodawano trochę gumy.

Hubkę, potrzebną do rozżarzania lontów wyrabiano z gąbki, rosnącej na dębie, wędzono w kominie, krajano na drobne kawałki, ubijano drewnianym tłuczkiem, gotowano w stężonym ługu z saletrą na wolnym ogniu i suszono na słońcu na desce, lub w piecu umiarkowanie ciepłym; wysuszoną hubkę tłuczono tłuczkiem.

H. NABIJANIE DZIAŁ.

Ładunek prochu wprowadzano do komory prochowej szuflą, bacząc, aby proch się nie rozsypywał w przewodzie lufy. Na proch dawano przybitkę ze słomy lub siana, wykonaną według kalibru działa, przybijając ją stemplem kilka razy. Nabój prochowy w woreczku przybitki nie wymagał. Na przybitce umieszczano kulę, na którą dawano

taką samą przybitkę jak na proch, lecz przyciskano ją tylko, a nie przybijano. Przy użyciu nabojów scalonych przybitki na kulę nie dawano. W kanał zapałowy nasypywano podsypkę z prochu drobnego, lub też wstawiano knotek zapalniczy (étoupille), lub zapalniczek (fusée d'amorce). Jeżeli nabój prochu był w woreczku — należało go przedtem przebić przetyczką, inaczej mógł nastąpić niewypał albo strzał opóźniony. Lufę nastawiano na cel, nadając jej właściwą elewację klinem, śrubą lub t. p. urządzeniem, i właściwy kierunek — przesuwając działo drągami, wsuwając je w klamry łoża, przewidziane do tego celu. Po podpaleniu podsypki lontem następował strzał, po którym należało wyszczotkować lufę, zatykając palcem zapał, dla przyduszenia iskier, „gdyby się jakie zakradły". Przy strzelaniu z dział polowych scalonemi nabojami należało chłodzić lufę co 4 do 5 strzałów szczotką, zmoczoną w wodzie.

Jeśli działo stało na pozycji w baterji na cały czas nabijania, strzelnicę w wale baterji („działobitni") zastawiano zasłoną drewnianą, złożoną z dwóch połówek, obracających się około pionowych osi.

Po odskoku działa po strzale, podkładano kawał drewna pod koła, ażeby działo nie potoczyło się naprzód przed nabiciem. Po nabiciu działa, należało podmieść ew. rozsypany proch miotłą i nabitą armatę zatoczyć do przedpiersia wału. Cała czynność nabijania i t. p. i strzelania odbywała się na 32 tempa, czyli komendy. Załoga jednego działa wynosiła: po 2 puszkarzy i 6 pomocników do dział 24, 16, i 12 f., do mniejszych zaś 8 i 4-ro funt. dział — po 2 puszkarzy i 4 pomocników.

Przy strzelaniu rozpalonemi kulami (z 3, 4, 6, 8 i 12-to funt. dział) używano ładunków prochowych tylko w wo-

reczkach, a nie szufli do ładowania, gdyż kilka ziaren prochu, rozsypanych po przewodzie mogło wywołać wybuch. Na woreczek z prochem kładziono niewielką przybitkę z siana, na nią warstwę gliny lub darniny. Kulę rozżarzano nad ogniem na kracie żelaznej, ustawionej na nóżkach; rozgrzaną dostatecznie chwytano kleszczami i wpuszczano do lufy, ustawionej pochyło (z elewacją) tak, aby kula sama się zatoczyła do właściwej pozycji w przewodzie lufy, poczem zaraz oddawano strzał. Średnica kuli musiała być tak dobrana, aby rozszerzona przez grzanie wchodziła do lufy niezbyt ciasno.

Ładowanie *moździerzy* odbywało się nieco inaczej: lufę moździerza stawiano w pozycji pionowej, ładunek prochu sypano przez długi lejek sięgający aż do komory, lub też umieszczano na dnie komory prochowej ładunek prochu w worku. Na proch dawano przybitkę z siana, słomy lub sierści; ponieważ przybitki trudno było tak założyć, ażeby ciśnienie na proch było jednakowe, zwykle na przybitkę kładziono „szpunt" drewniany, luźno w komorę wchodzący, — luz wynosił 2 mm, — (dawniej wypełniano komorę ubitą ziemią) z otworem we środku. Bombę opuszczano do przewodu na sznurach, przewleczonych przez uszy przylane do bomby, i przy pomocy trójnoga z blokiem lub windą umieszczano ją na szpuncie na dnie przewodu. Zwykłe położenie bomby było — zapalnikiem do góry, chociaż próbowano bomby wkładać zapalnikiem nadół, t. j. w stronę prochu — w tym celu otwór w szpuncie był wykonany, — lecz ten sposób ładowania „tak oczywistym podlega nieprzyzwoitościom, że o nim niema co mówić". Dla umożliwienia bombie, luźnej w przewodzie, zajęcia środkowego położenia, francuskie moździerze miały nieco stożkowy przewód; w tym samym celu dawniej

bomby ,wkoło ziemią obijano", lub też centrowano czterema klinikami drewnianemi.

Po nabiciu, lufie nadawano potrzebną elewację przy pomocy klina, lub śruby, piona i kwadratu i odpalano. Sposobów odpalania było kilka: dawniej stosowano „rzucanie o dwu ogniach", t. j. zapalano najpierw zapalnik bomby lontem, potem proch podsypki; ten „francuski" sposób był powolny, niepewny i niebezpieczny, już choćby z tego względu, że gdy podsypka nie zapaliła prochu w komorze, — następował wybuch bomby w lufie. To też powszechnie stosowano sposób o „jednym ogniu": bombę ustawiano równo, zapalnikiem do góry i rozkładano na niej warstewkę zapalniczego przędziwa, posypywano obwód oraz wierzch bomby mączką prochową, bez obtykania bomby ziemią. Zapalano podsypkę, a ogień ładunku prochowego zapalał zapalnik bomby, nawet gdy na prochu była przybitka lub szpunt drewniany, w którym w tym wypadku dawano 3 do 4 wykrojów na obwodzie. Przy takiem zapalaniu mogło się zdarzyć że „bomba idzie ślepo", dlatego zalecano uwagę przy ładowaniu.

Dla specjalnych bomb np. „przykopowych" i t. p. ładować trzeba było bombę zapalnikiem na dół, — wymagała tego ich budowa.

Do obsługi moździerza potrzebna była załoga, złożona z 4 ludzi — dla mniejszych kalibrów, i z 6-ciu — dla większych.

Inne rodzaje dział: granatniki (obecne haubice) i jednorogi — nie różniły się od opisanych, ani pod względem wykonania, ani też amunicji stosowanej, dlatego mogą być pominięte.

I. ILOŚCI POTRZEBNEGO SPRZĘTU I ŚRODKÓW TRANSPORTOWYCH.

Oprócz streszczonych tutaj działów, opisujących wykonanie i użycie sprzętu, dzieło Jakubowskiego zawiera mnóstwo nader ciekawego materjału, dotyczącego organizacji i użycia artylerji w natarciu, obronie i innych okazjach; obszernie traktowane są służby, należące dawniej do artylerji, jak sztuka budowy umocnień, służba saperska, minierska, pontonjerska i inne. Z całego tego nader zajmującego materjału przytoczę tylko jeden fragment, który niezawodnie zainteresuje każdego inżyniera uzbrojenia, ze względu na sumienność opracowania, organizację i różnorodność materjałów, jakiemi artylerja z przed 150 z okładem lat musiała operować. Jest to spis, czyli „stan artylerji, pociągu, dostatków wojennych i innych rzeczy, potrzebnych do porządnego oblężenia fortecy", opracowany przez Jakubowskiego według francuskich źródeł.

Autor zakłada, że do oblężenia potrzebna jest artylerja, złożona z 24 armat 24-ro funtowych, 24 — 12-sto f., i 12 — 6-cio f., t. j. 60 armat i 30 moździerzy, w tem 6 kamienników, 4 — moździerze wielkie, 8 — „pomniejszych" i 12 — małych. Do przewozu tego sprzętu potrzeba par wołów:

	par.
Do 24 szt. armat 24 f. przewożonych na oddzielnych wozach po 8 par	192
„ 24 szt. armat 12 f. na swoich łożach z przodkami, po 5 par	120
„ 12 armat 6 f. długich, na łożach z przodkami, po 2 pary	24
„ 36 szt. łoży 24 f. z przodkami i narzędziami, po 2 pary	72
„ 12 szt. łoży 12 f. z przodkami i 36 kompletami narzędzi do nabijania	12

"	6 szt. łoży 6 f. z przodkami i 18 kompletami narzędzi do nabijania	6
"	18 moździerzy większych i średnich, załadowanych na 7 wozów ciągnionych przez 5 par wołów . . .	35
"	do 12 moździerzy małych, załadow. na 2 wozy po 2 pary wołów	4
"	przewozu 60 łoży do moździerzy i potrzebnych narzędzi	22
"	„ 4 wozów zapasowych pod 24 f. armaty po 2 pary wołów	8
"	„ zapasowych kół większych okutych — 24 szt. i mniejszych — 12 szt. i zapasowych wozów	22
"	„ 100 osi okutych do różnych wozów . . .	10
"	„ 200 stempli do armat i 100 szczotek . .	55
"	„ amunicji	
28.800	kul do armat 24 f. (po 1200 strzałów na armatę) po 40 kul na jeden wóz	720
17.280	kul do armat 12 f. (po 720 strz. na armatę) po 80 kul na jeden wóz	216
7.600	kul do armat 12 f. (po 600 na armatę) i po 160 na wóz	45
1.200	kartaczy do 24 f. i tyleż do 12 f. . .	45
4.800	bomb 10 lub 12 cal., po 7 szt. na wóz . .	686
9.600	bomb mniejszych, po 1200 szt. na 1 moździerz, po 15 szt. na wóz	640
11.520	granatów 6 lub 8 cal., po 840 szt. na moźdz., po 40 szt. na wóz	288
12.000	granatów ręcznych, po 500 na wóz . . .	24
5.500	zapalników do bomb dużych, 11.000 szt. do mniejszych,	
13.000	zapalników do gran., 15.000 zapaln. do gran. ręcznych	12
4.800	szpuntów drewnianych	16
4.000	koszów do kamienników	40

" przewozu części pomocniczych:

600 drągów do dział 10
400 klinów do celowania 8
10 wind małych nożnych 3
8 wind większych, nożnych z akcesorjami . . 4
2 windy poziome z linami 2
6 lewarów, 6 linek do armat po około 246 stóp, 4 liny do wind po 146 do 160 st., 20 linek do hamowania 30 mm śr. do dużych dział i 24 mm śr. do mniejszych, 100 linek po 82 st. do wiązania ciężarów na wozach, 100 linek dług. 98 do 130 st. 12
3640 postronków do pakowania 4

" przewozu prochu:

259.200 f. prochu na 28.800 strzałów po 9 f./strzał do 24 f. arm.
11.700 " " " 1.200 " kartacz. po 9,25 f. do 24 f. arm.
95.040 " " " 17.280 " po 5,5 f. do 12 f. dział
7.200 " " " 1.200 " kart. 6 f. do 12 f. dział
10.800 " " " 7.200 " czołgających po 0,25 i 1,5 f.
57.600 " " " 4.800 " z dużych moździ. po max. 12 f.
57.600 " " " 9.600 " ze średn. moździ. po 6 f./strzał
34.560 " " " 11.520 " z małych moździ. po 3 f./strzał
10.000 " " " 4.000 " z kamienników, po po 2,5 f./strzał
2,250 " " " 12.000 granatów ręczn., po 0,146 f.
55.500 " " dla piechoty po 1/32 f. na strzał
6.145 " " na straty i t. p. (około 1%), razem 661.595 f. 689

„ przewozu 10.000 f. lontów 10
„ 200.000 f. ołowiu na kule do broni ręcznej . 200
„ 15.000 szt. skałek do broni ręcznej . . 4
„ 7.000 szt. płótna woskowane do krycia prochu i lontów na wozach

„ przewozu różnych sprzętów:

2.000 dylów dębowych na pomosty w „działobitniach" 200
1.000 bali obrobionych na legary w działobitniach . 50
10.000 tarcic na ramy przy robotach ziemnych . . 70
500 słupków do tych ram 30
40.000 worów do ziemi 16
5.000 koszów do noszenia ziemi 35
150 zbroi z przyłbicami dla robotników w okopach 6
10.000 f. starego sadła do smarowania osi i do elaboracji 10
5.940 f. żelaza na okucia do kół, osi i łoży . . 6
3.960 żelaza okrągłego, kwadratow. i płaskiego do kucia 4
990 f. stali
3.168 f. żelaza na obręcze do kół
5.940 f. żelaza na gwoździe, bretnale it.p. do pomostów
600 f. takiegoż żelaza na różne gwoździe
400 f. drutu 10

do przewiezienia materjałów do elaboracji („robotnia bombardjerska"):

3.960 f. mączki prochowej tartej i przesianej . . 4
3.960 „ saletry „lutrowanej" 4
1.980 „ siarki utartej i przesianej 2
4.950 „ smoły szewckiej 5
4.950 „ żywicy 5
495 „ szpagatu; 100 f. nici zwyczajnych; 396 f. konopi czesanych

100 „ przędzy cienkiej lub bawełny; 495 f. kleju; 100 f. żółtego wosku; 300 f. świec woskowych; zapakow. w skrzyniach . . . . . .

2 050 łokci płótna szarego grubego; 2.050 ł. płótna cienkiego i „bawełnicy"; 10 ryz papieru grubego; 10 r. dtto cienkiego; 40 szt. płacht dużych z płótna woskowanego do przykrycia wymienionych materjałów; 3 stoły do rozcierania różnych materjałów („tarlice") . .

40 szt. misek drewnianych na masę do zapalników; 20 szt. dużych młotków drewnianych do wbijania zapalników; 40 małych tłuczków drewnianych do ubijania masy w zapalnikach; 60 stempełków bronzowych do nabijania zapalników; 30-dtto małych stempelków; 24 pędzle do kleju . . . .

24 szt. lejków blaszanych do napełniania pocisków; 50 szt. raszpli do wygładzania i dopasowania zapalników; 50 szt. ośników do obróbki zapalników zgruba; 6 szt. sit z cienkiego włosia; 6 szt. pił zwyczajnych; 12 szt. nożyczek; 6 szt. lewarów; 12 dłót; 4 szt. kleszczy; 150 miarek blaszanych różnej wielkości; 150 szt. haczyków do przenoszenia bomb; 100 szt. kwadrantów („ćwierćkręgów") do moździerzy; 1000 igieł metalowych do szycia; 100 szt. latarni dużych i małych; 60 szt. sit drucianych; 1 prasa drewniana z „ławą"; 6 stągwi drewnianych; 10 kubełków; 2 wielkie kotły miedziane z żelaznemi trójnogami; 6 szt. małych siekier; 12 szt. noży; dostateczny zapas krzemieni, hubki, skałek i krzesiwek . . .

do przewiezienia sprzętu saperskiego i minierskiego:

5000 szt. kilofów do skał, płaskich i kończastych; 10.000 szt. rydli i łopat z trzonkami drewnianemi . . . .

600 szt. motyk z trzonkami 5
300 „ siekier dużych i małych; 1000 szt. noży do chróstu 25
20 „ małych młotków żelaznych; 200 różnych dłót; 20 szt. młotków „głowiastych i kończastych"; 20 szt. młotków z głowami i ostrzami; 40 szt. motyk „murarskich"; 20 szt. małych motyk z ostrzami; 2 świdry ziemne złożone z kilku części; zapakowane kompletami 3

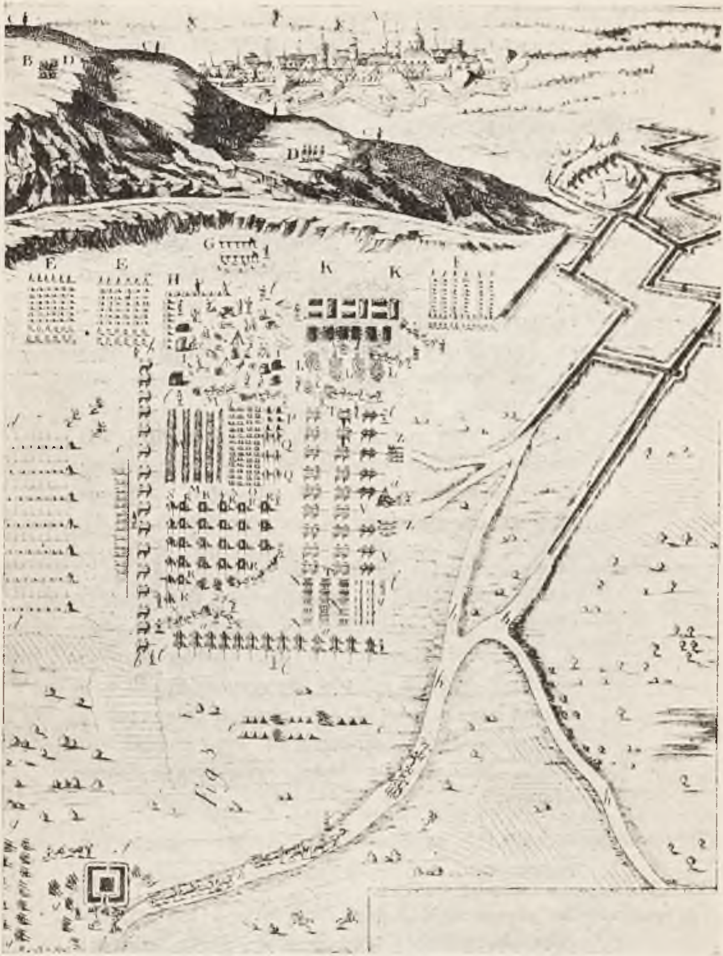
do przewiezienia narzędzi dla stolarzy:
20 szt. dużych pił stolarskich; 20 ręcznych piłek; 30 szt. siekier stolarskich; 20 młotków; 10 szt. dużych młotów żelaznych dwuręcznych; 150 szt. dłót różnej wielkości i kształtu; 300 świdrów i świderków; 6 szt. hebli, 6 szt. imadeł („pachołków"); 10 szt. obcęgów, — zapakowane kompletami 4

do przewiezienia narzędzi dla 10 kowali:
2 kuźnie obozowe z kowadłami; miechami i „pniami"; 20 szt. kleszczy różnej wielkości; 8 szt. gwoździownic; 15 szt. młotów kowalskich; 8 dużych młotów dwuręcznych, 40 szt. różnych pilników; 2 szt. imadeł żelaznych z przynależnemi częściami; 2 szt. imadeł do gięcia bandaży na koła, zapakowane kompletami 3

do przewiezienia różnych przedmiotów i części zapasowych 87
razem par wołów 4793

do przewiezienia wyszczególnionego sprzętu i materjałów potrzeba byłoby 4283 wozów; gdyby zamiast wołów użyto jako siły pociągowej koni, ilość ich wyniosłaby par 5991

Rozmieszczenie tego sprzętu w pobliżu obleganej twierdzy wyglądałoby tak, jak to przedstawia rys. 24.



Objaśnienia do rys. 24: *A* — forteca atakowana, *B* — góra zakrywająca park i tabor, *C* — zwiady kawaleryjskie, *D* — straż kawalerji, *E*, *F* — oddziały artylerji, *G* — elaboracja („robotnia bombardjerska"), *H* — namioty rzemieśników, *I* — warsztaty rzemieślnicze, *K* — piramidy kul różnych kalibrów, *L* — bomby róż-

nych wymiarów, *M* — narzędzia i sprzęt różny, *N* — beczki z ołowiem, *O* — beczki z lontami, *P* — namioty oficerów rynsztunkowych, Q — wozy z drobnemi zapasami, *R* — wozy do przewożenia sprzętu do baterji, *S* — wozy z linami, postronkami i t. d.,*V* — armaty na łożach, *T* — wozy pod ciężkie działa, *X* — łoża moździerzy i kamienników, *Y* — moździerze i kamienniki już załadowane, *Z* — działa 24-ro funt. bez łoży, leżące jeszcze na ziemi, *a'* — winda, *a* — armaty mniejsze na łożach z przodkami, *b* — pontony miedziane, *c* — konie pikiet, *d* — konie taboru, *e* — namioty oficerów, zawiadujących prochami, *f* — jeden ze składów prochu, jakich ma być kilka w większej odległości, *g* — wozy dowożące proch do baterji, *h* — drogi, prowadzące do okopów, *i* — okopy, *k* — jedna z bateryj, *l* — warty taboru.

Podobne zestawienia znajdujemy opracowane również dla obrony twierdzy; przytoczę z niego jedynie spisy narzędzi, potrzebnych dla rzemieślników, jak stolarzy, kowali, puszkarzy, oraz do elaboracji pocisków, — jako interesujące nas w związku z wyrobem sprzętu.

Narzędzia różnych rzemieślników.

Narzędzia dla 12 stolarzy:

siekier dużych	12	świdrów średnich i małych	80
siekier średnich	12	ośników	12
pił dużych	4	młotków żelaznych dwuręcznych	4
różnych piłek osadzonych	12	obcęgów	12
pilników trójkątnych do pił	24	osełek do ostrzenia . . .	4
hebli różnych	30	imadeł żelaznych . . .	8
dłót różnego rodzaju i wielkości	76	drągów żelaznych z „kozią nogą"	4
cyrkli małych i większych	8	warsztatów stolarskich .	8
świdrów dużych	16		

Narzędzia dla 6 kowali:

dużych miechów z kowadłami i pniami . . .	2	obcęgów do gwoździ . .	6
kleszczy dużych	16	młotów kowalskich . .	12
		młotów dwuręcznych . .	6

różnych pilników	24
warsztaty z imadłami	2
małych obcążków	6
kowadeł dwurożnych	4
imadło do gięcia żelaza na koła	1

Narzędzia dla 12 puszkarzy („strzelbmistrzów"):

miechów średniej wielkości	4
kowadeł i pni pod nie	4
kowadeł dwukończastych	6
młotów większych i mniej.	24
obcęgów	16
warsztatów z imadłami żelaznemi i drewnianemi	12
pilników różnej wielkości	200
raszpli	50
ośników	12
małych obcążków	12
dłót większych i mniejszych	48
pilników okrągłych dużych	24
świderków do wiercenia zapałów ze smyczkami	12
narzynaków i narzynek („silniów i maciczek") do śrub różnych wymiarów	16
ręcznych świdrów do wiercenia otworów na stemple	12
wiertełek („drelowników")	60

Narzędzia do elaboracji pocisków.

Szafa	1
Waga (przezmian)	1
Ważki mniejsze z szalkami	1
Stołów	3
„Tarlic" do tarcia zapraw	2
Wielkich kotłów miedzianych	3
Kotłów miedzianych średnich i małych	5
Trójnogów pod kociołki	6
Duży moździerz bronzowy z tłuczkiem	1
Młotków zwyczajnych	3
Obcęgów	3
Siekier dużych i małych	3
Raszpli do drzewa	10
Różnych pilników	10
Ośników	10
Noży	6
Nożyczek dużych i małych	6
Różnych narzędzi żelaznych	10
Szydeł prostych i zagiętych	10
Iglic dużych	12
Igieł zwyczajnych	100
Pił i piłek	8
Świdrów i świderków	30
Sit zwyczajnych	6
Sit. „cienkich z bębenkami"	3
Misek drewnianych do zapraw	10
Miseczek na zaprawy do zapalników	10
Stempelków bronzowych do nabijania zapalnik.	24
Lejków blaszanych różnej wielkości	10

Miarek blaszanych różnej wielkości	50
Stempli drewnianych do napychania bomb	10
Stempli drewnianych małych do napychania zapalników	20
Tablica dębowa z wydrążeniami do nabijania granatów ręcznych i zapalników do nich	1
Ława z imadłem i „pachołkiem drewnianym" na końcach	1
Ława do obwiązywania kul ognistych	1
Latarń „jasnych i ślepych"	50
Moździerzyk lub inny przyrząd do próby prochu	1
Haczyków do noszenia bomb	60
Kwadrantów do moździerzy	30
Przetyczek zapałowych mosiężnych	500
Łyżek miedzianych	2
Balij dużych	4
Wiader	6
Linij drewnianych	12
Kalibrów do dział („działomiarów")	2
Płótna woskowanego dużego i małego wymiaru	20
Cyrkli zwyczajnych	4
Cyrkli kołowych do dużych bomb	2
Pędzli do kleju	12
Papieru „rygałowego" i pospolitego ryz	10
„kleantury" ryz	2
Pewna ilość krzesiwek, hubki, „podniety" do ognia i krzemieni.	
Świec funtów	380
Ćwieków i większych gwoździ funtów	114

K. WYRÓB DZIAŁ W POLSCE.

Pomimo iż użycie dział w Polsce datuje się już od czasów Statutu Kazimierza Wielkiego, t. j. od połowy XIV stulecia, to jednak wiadomości o wyrobie sprzętu artyleryjskiego w naszym kraju mamy bardzo skąpe.

Najwcześniejsza wiadomość o wyrobie dział na ziemiach polskich wspomina o Gdańsku, jako znanym z wyrobu bronzowych dział już w końcu XIV stulecia [2]), pozatem należy przypuszczać, że działa w XIV i XV stuleciu były zakupywane zagranicą, gdyż o odlewaniu dział w kraju z tej epoce nie mamy wiadomości. Wprawdzie

hutnictwo żelaza istniało na ziemiach polskich już za czasów Piasta, i wyraźne ślady rozwoju fabryk żelaza („fabrica ferri") spotykamy w XII, XIII i następnych stuleciach [3]), to jednak „kuźnice" te wyrabiały żelazo i stal na ogólne potrzeby, a dla celów wojskowych dostarczały narzędzi do dział i szańców, okuć do łóż, kół i t. p., wyroby zaś z żelaza lanego, np. kule, a prawdopodobnie i lufy żeliwne sprowadzano jeszcze w połowie XVI stulecia z zagranicy z Węgier [6]).

Dopiero z chwilą sprowadzenia za panowania Zygmunta I i Zygmunta Augusta przez biskupa krakowskiego Piotra Tylickiego — hutników włoskich, pobudowano w dobrach biskupickich: Samsonów, Borzęcin, Siewierz i inn. huty, które dostarczały żelaza, odlewów i stali. Królowie polscy w XVI i XVII stul., dążąc do rozbudowy tak ważnego dla obrony państwa przemysłu, nadawali sprowadzonym hutnikom liczne przywileje; tak np. Jan Hieronim Caccio z Bergamo, twórca tych hut, otrzymał od Zygmunta III w 1613 r., za dostarczane dla armji oblegające Smoleńsk zbroje, pałasze, rusznice i bombardy, prawo wyłączności wyrobu żelaza w swoich hutach na lat 15. Następcy Caccia otrzymali od króla Władysława IV w 1633 r. przywilej wywozu żelaza przez Gdańsk bez cła; król Jan Kazimierz w 1658 r. uwolnił zakłady górnicze i huty od obowiązków i ciężarów kwaterunkowych, z powodu iż fabryki Dziboniego (następcy Caccii) „ustawicznie Armatę dla Nas robią"; wreszcie w 1654 r. Jan Dziboni, a w 1662 Piotr Dzianotti, otrzymali szlachectwo polskie. Zakłady Dzibonich zostały wykupione i włączone w 1709 r .do dóbr królewskich [5]).

Wzmianki o wyrobie sprzętu artyleryjskiego spotykamy poczynając od XVI stul. Dowiadujemy się zatem, że w ważniejszych umocnionych miejscach, w których już

dawniej wyrabiano białą broń, oraz prochy w „młynach prochowych", wykonywano również podczas pokoju prace nad przechowaniem, naprawą a częściowo i wyrobem sprzętu wojennego, przez pozostawionych na służbie królewskiej puszkarzy, którzy pracowali pod kierownictwem „cejgwarta" w „cekauzach", przy pomocy miejscowych rzemieślników: cieśli, kowali, kołodziejów, ślusarzy, kamieniarzy i innych. Puszkarzy najmowano na czas wojny, sprowadzając ich nieraz z daleka, najczęściej z Niemiec. Z biegiem czasu w niektórych cekhauzach rozpoczęto prawidłowy wyrób dział, używając do tego ludwisarzy, któremi byli często zdolniejsi puszkarze. Ludwisarze bywali tak biegli w swej sztuce, której tajemnice zresztą bardzo zazdrośnie strzegli, że wielu panujących się o nich ubiegało. Tak np. Jakubowski wspomina o ludwisarzu Eljaszu Fliker z Augsburga, który słynął szeroko z tego, że miał „osobliwy sekret w mieszaninie kruszców". Francuz St. Remy pisze o Banji, polaku, który miał „szczególniejszy sposób zalewania wystrzelonych zapałów" [1]). Oczywiście usługi takich fachowców były odpowiednio wysoko cenione; tak np. puszkarz i ludwisarz króla Stefana Batorego, Hieronim Vitalis (1577 r.) pobierał żołdu po 175 talarów (= 198 złp.) kwartalnie, podczas gdy płaca „starszego nad armatą" t. j. dowódcy artylerji Wacława Wąsowicza wynosiła tylko 120 złp./kwartał. Za panowania króla Władysława IV znanym ludwisarzem w Warszawie był Daniel Tim, czy Time, z którego rąk wyszła największa ilość dział wykonanych [6]).

Ze wspomnianych już cekauzów, które zajmowały się odlewaniem dział, pięknością swych dział słynął cekauz krakowski, założony w r. 1533 staraniem cejgwarta Kaspra Bonara; prócz tego lano działa również w cekauzach w Kijowie, Malborgu i Lwowie; za Zygmunta Augusta żywą

działalność rozwinięto w cekauzie wileńskim, który ze względu na bliskość teatru wojny z Rosją specjalnie się do tego nadawał. Prócz tego powstał wielki cekauz w Tykocinie. W cekauzach odlewano działa wszelkich kalibrów, np. w r. 1552 krakowski cejgwart i ludwisarz Szymon Haubicz odlał, przetapiając w tym celu uszkodzone podczas pożaru w Lubowli działa, — dwie kartauny wagi 2650 i 2030 kg. i 3 falkonety — po 750 do 800 kg. Na początku XVII stul. odlano w cekauzie krakowskim dwa wielkie moździerze „Iwan" i „Szeremet" z materjału uzyskanego z dział, zdobytych w Smoleńsku; o wielkości ich daje pojęcie to, że z przetopionego potem „Szeremeta" odlano 12 armat 3-funt., które wreszcie za Stanisława Augusta na 6-cio funtowe zostały przetoczone [6]).

W Malborgu odlewano 21 i 24-ro funt. działa dla Stefana Batorego, w Wilnie zaś 22 i 24-ro funtowe. Czy w cekauzach polskich oprócz dział bronzowych odlewano również i działa żeliwne — niema bliższych wiadomości; należy raczej przypuszczać, że wyrób dział żeliwnych rozpoczął się dopiero około drugiej połowy XVI stul. W r. 1643 powstał cekauz w Warszawie, w którym odlewano działa aż do śmierci wspomnianego ludwisarza Time'go.

Wojny szwedzkie XVII stul. zniszczyły większość cekauzów, wiele dział uległo zepsuciu lub wywiezieniu, z Krakowa, Warszawy, Pucka, Torunia, Grudziądza, Elbląga, Lwowa i t. d.; skutkiem zniszczenia wyrób dział został przerwany tak, że na początku XVIII stul. wyrabiano niewielkie ilości mniejszych dział: w Samsonowie w 1711 r. (7, 6, 3 i 1-no funtowe); odlewnia w Kielcach lała 4-ro i 2-u futowe żeliwne (w 1723 r.). W cekauzach w Warszawie, Kamieńcu, Krakowie, Lwowie, Białej Cerkwi i Malborgu prace prawie ustały, gdyż wskutek nieasygnowania środ-

ków, budowle i stan inwentarzy były bardzo złe; z ludwisarni warszawskiej pozostała „tylko kupa gruzów" [6]).

Około połowy XVII stul. w przemyśle żelaznym nastąpiła poważna poprawa, spowodowana przez zmodernizowanie istniejących hut (budowa wielkich pieców zamiast istniejących mało wydajnych dymarek; tak np. w 1778 r. wybudowano w Samsonowie nowy wielki piec zamiast istniejącego od 1598 r. [4]), w Starachowicach — w 1798 r. [3]) i t. d.). Rozwój hutnictwa żelaza był tak wielki, że około 1782 r. liczono w Polsce 34 wielkie piece o rocznej produkcji surówki — 78.600 centn., produkcja zaś żelaza kowalnego w 83 fryszerkach wynosiła 58.617 centn/rok, oprócz tego istniejące jeszcze 41 dymarki wyrabiały około 4.100 centn/rok [5]).

Przemysł uzbrojeniowy jednak w małym tylko stopniu mógł wyzyskać ogólne podniesienie się przemysłu w kraju, — na przeszkodzie stał bowiem brak kredytów i mała liczebność wojska liczącego zaledwie 16.000 ludzi, zamiast 30.000.

Dopiero energiczna pomoc króla Stanisława Augusta przyczyniła się do poprawienia sytuacji. Król ten własnym sumptem sprowadził z zagranicy ludwisarza Neuberta, który na Podwalu urządził ludwisarnię i już w 1765 r. odlał ze starych dział dwa nowe 8-mio funt. granatniki. Po przerwie, spowodowanej przez konfederację Barską, ludwisarnia warszawska wznowiła swą pracę, — ciągle na koszt króla, — i wykonała w czasie od 1765 do 1779 r.: 28 armt od 3 do 12-sto funtowych, 7 granatników 8-mio funtowych, i 21 moździerzy od 1,5 do 60-cio funtowych. Losy ludwisarni zostały wreszcie ustalone przez asygnowanie ze skarbu państwa w r. 1780 sumy 40.000 złp. Jednocześnie asygnował skarb 35.000 złp. na szkołę artylerji, w której

jednym z profesorów został autor omawianego dzieła, kpt. Jakubowski [6]).

Ludwisarnia warszawska w czasie od 1780 do 18. II. 1789 r. wykonała kosztem 278.104 złp 18 gr, (z czego na wydatki osobowe — 105.250 złp 20 gr i 172.853 złp 98 gr na wydatki rzeczowe):

	3	6	12	24 funt.	razem
armat bronzowych	24	12	8	6 szt.	50 szt.
„ żeliwnych	3 (wykonanych na próbę)				3 „
moździerzy 32 funt. bronzowych					2 „
granatników 8 funt. bronzowych					6 „
haubic 8 funt. żeliwnych (próbnych)					8 „

Prócz tego wykonano łoża, przodki i wszelkie narzędzia do powyższych dział, wypróbowano je komisyjnie i oddano do arsenału Z innych wyrobów wymienia Górski łoża do starych armat, wozy amunicyjne w dużej ilości, kuźnię przewoźną, sikawki i t. d.

Etat ludwisarni w 1789 r. był nast.: dyrektor — mjr. Wągrowski z płacą roczną 7.000 złp., pisarz Morozowicz — 1.000 złp., 1 ludwisarz-majster Jan Dytrych — 3.000; 15 rzemieślników — po 900 i 30 robotników — po 450 złp/rok.

O pracy innych zakładów jak skarbowych, tak i prywatnych w tej epoce brak wiadomości, wiadomo tylko, że fabryki Małachowskiego, sekretarza Wielkiego Koronnego, w Ruskim Brodzie (w Radomskiem) wyrabiały amunicję (kule lane pełne, bomby i granaty), a zakłady w Parszowie, Samsonowie i inne były słabo zatrudnione. Przyczyna takiego stanu — nieudolność, czy raczej brak zamówień czy funduszów, — nie jest znana.

Nieszczęśliwe dla Polski wypadki polityczne, jakie nastąpiły wkrótce po omówionej epoce, całkowicie zahamowały wytwarzanie sprzętu artyleryjskiego, to też przemysł ten, po krótkich wysiłkach w r. 1831, upadł ostatecznie, ażeby powstać na nowo dopiero po wielkiej wojnie w Odrodzonej Polsce.

L. *NIEKTÓRE DANE O DZIAŁACH POLSKICH Z KOŃCA XVIII STUL.*

a) Wymiary kul, odpowiadające ich ciężarom (1 cal polski = 12 linij = 144 punktów = 24 mm).

Ciężar kuli (f.)	∅ kuli (mm)	∅ lufy (mm)	luz kuli w lufie (mm)
1	48,5	50,5	2
2	61,1	63,1	2
3	69,9	71,9	2
4	77,0	79,0	2
6	88,2	90,2	2
8	97,0	99,0	2
12	111,2	113,2	2
16	122,2	126,2	4
24	139,9	143,9	4
48	176,3	180,3	4

Artylerja polska z końca XVIII stulecia używała jedynie kalibrów: 3, 6 i 12 f. jako działa normalne polowe, o długości przewodu 16 kalibrów do 3 f. i 18 kal. w dwóch pozostałych działach. Prócz tego były używane jako działa polowe 8-io f. granatniki długie, ze zwężoną komorą prochową, o długości przewodu około 5 kal. Oprócz tych dział po fortecach znajdowało się wiele dział starych najróżniejszych wymiarów, oraz moździerzy. Działa ciężkie miały długość przewodu nieustaloną ściśle; wzorem francuskim wynosiła ona dla dział (około):

6	12	16	24 f.
26	25	24	22 kal.

Normalny ładunek prochu do armaty polowej 3-y f. wynosił — 0,75 f., 6-cio f. — 1,75 f., do 12-sto f. — 3,75 f., przy strzelaniu

kartaczami ładunek zwiększano odpowiednio do 1,25, 2,25 i 4,25 funtów. Ładunek prochu do strzelania granatami dawano według zamierzonej donośności. Do dział ciężkich: 24 f. — 9 f. prochu, do 16 f. — 6,5 f. i do 12 f. — 5,25 f. do kul; do kartaczy o ½ do ¾ f. więcej.

Donośność broni podana przez Jakubowskiego wynosiła:

D o n o ś n o ś ć	zwykła	największa
Broni zwyczajnej ręcznej	218,6	1093,0 m
Muszkietu wałowego	245,9	1257,2
Hakownicy	355,5	1902,0
Armat 3-y funt.	355,5	2458,6
„ 6-cio „	—	2732,1
„ 12-sto „	433,7	2869,1
„ 24-ro „	—	3278,1
Moździerzy małych do granatów . .		1093,7
„ „pomniejszych"		1367,4
„ większych		1776,6
„ wielkich		2187,2
„ kamienników		273,5

Ciężar dział polowych polskich:	3	6	12 funtowych
około:	228	540	1080 kg

Ciężar dział ciężkich francuskich:	8	12	16	24 funt.
około:	860	1310	1718	2210 kg

Źródła:

[1]) Nauka artyleryi, zebrana z naypóźnieyszych autorów, napisana dla pożytku Korpusu Artyleyi Narodowey, z rozkazu i nakładem Jego Król. Mości, w Warszawie, w drukarni XX. Misyonarzów, R. P. 1781, kpt. J. Jakubowski.

[2]) Geschichte der gesamten Feuerwaffen bis 1850, Lipsk 1911.

[4]) Starachowice, rys historyczny, rękopis, oraz Kalendarz na r. 1935—wydane przez Starachowickie Zakłady Górnicze, Sp. Akc.

[3]) Rzut oka na stan przemysłu metalowego wogóle, a przemysłu wojennego w szczególe w Polsce od połowy XVIII stulecia do 1831 roku, przez inż. B. Kamieńskiego, Przegląd Artyleryjski, r. 1931 str. 449.

[5]) Opisanie Polskich Żelaza Fabryk, przez ks. Józefa Osińskiego, Warszawa, 1782.

[6]) Historja Artylerji Polskiej, przez płk. Konstantego Górskiego, Wydawn. Kasy im. dra Mianowskiego, Warszawa, 1902.

662.3

Inż. KORYCIŃSKI FR.

ZNACZENIE PROCHU AMONOWEGO JAKO MATERJAŁU MIOTAJĄCEGO ZASTĘPCZEGO *).

W dziedzinie wyposażenia wojska w środki ogniowe dokonała się w ciągu ostatnich dziesiątków lat wielka ewolucja. Powszechnie znane są liczby ilustrujące stan ilościowy artylerji i karabinów maszynowych europejskich armij wyruszających w roku 1914 na wojnę, oraz powracających w roku 1918. Z chwilą zakończenia wojny ewolucja ta nie ustała bynajmniej. Być może, obecnie tempo jej rozwoju zwolniło się nieco, osiągnięty bowiem został pewien stan równowagi, zresztą równowagi nietrwałej; z chwilą jednak wszczęcia działań wojennych, niewątpliwie nastąpi dalszy jej rozwój w rozmiarach, które trudno dzisiaj przewidzieć.

Oczywistą jest rzeczą, że ten wielki wzrost bojowych środków ogniowych stwarza olbrzymie zapotrzebowanie amunicji, spotęgowane jeszcze taktyką koncentracyj ogniowych. O ile dawniej zużycie amunicji skoncentrowane było na płytkiej linji frontu, to dziś frontem stał się zarówno cały własny kraj, jak i kraj nieprzyjacielski; teren więc,

*). Odczyt wygłoszony w Towarzystwie Wojskowo-Technicznem w Warszawie, w dniu 11 stycznia 1936 r.

na którym następuje zużycie amunicji, wzrósł niepomiernie, powodując dalszy wzrost zapotrzebowania.

Nie od rzeczy będzie przypomnieć, że zapotrzebowanie amunicji podczas wojny przeszło wszelkie najśmielsze nawet przewidywania. Prof. Płużański w cennej swej książce p. t. „Mobilizacja Przemysłu" (str. 109) podaje, iż francuski plan mobilizacyjny przewidywał dzienną produkcję nabojów do polówki w wysokości 14 tysięcy sztuk dziennie, a już we wrześniu 1914 roku Naczelne Dowództwo zażądało po 40 tysięcy sztuk dziennie, a wkrótce potem — aż 100 tysięcy.

Według źródeł niemieckich, podczas całej kampanji w roku 1870/71 w 600 bitwach i potyczkach piechota zużyła 220 miljonów naboi, artylerja lekka niespełna 340 tysięcy, ciężka zaś około 320 tysięcy naboi; gdy dla zdobycia Strassburga w ciągu 5 tygodni oblężenia wystrzelono 202 tysięcy pocisków artyleryjskich, dla zdobycia Paryża 110 tysięcy, Metz'u zaś niespełna 5 tysięcy, to podczas ofensywy w roku 1915 obie strony zużywały łącznie około 300 tysięcy nabojów artyleryjskich dziennie, w bitwie zaś pod Arras wystrzelono 6 razy tyle pocisków, co podczas całej kampanji 1870 r., a w bitwie pod Verdun obie strony zużywały dziennie do miljona pocisków (Ztschr. f. d. g. Schiess und Sprengstoffwesen, 1918, str. 316).

Pokrycie owego wielkiego zapotrzebowania osiągnąć można: 1) z pokojowych zapasów, 2) z bieżącej fabrykacji oraz 3) przy pomocy importu.

Amunicja jest materjałem kosztownym, ponadto zaś niezbyt wytrzymałym na długoletnie magazynowanie, o pokryciu więc całego zapotrzebowania z zapasów pokojowych nie może być mowy. Jak niepewny jest import materjału wojennego, o tem wiemy doskonale z własnych

przeżyć w roku 1920-tym, kiedy to w chwili największego zagrożenia i niebezpieczeństwa stanęliśmy w obliczu odcięcia nam dowozu amunicji. Całkowicie prawie od dowozu z zagranicy odcięte były państwa centralne, a co ważniejsza, była chwila, gdy zdawało się, że również koalicja zdana zostanie na własne siły na skutek ożywionej działalności niemieckich łodzi podwodnych. Wreszcie wypadki, których obecnie jesteśmy świadkami w związku z wojną włosko-abisyńską, mówią dobitnie, że to źródło jest bardzo niepewne. Pozostaje więc bieżąca fabrykacja jako najpewniejszy środek zaopatrzenia walczącego wojska w amunicję. Ale i na tej drodze piętrzą się liczne trudności.

Podstawowym składnikiem amunicji jest proch. W chwili obecnej w powszechnem użyciu są wyłącznie prochy koloidalne, których zasadniczym składnikiem jest nitroceluloza. Produkcja nitrocelulozy oparta jest na bawełnie, a więc na surowcu zagranicznym. Wprawdzie wiedza współczesna uporała się już zasadniczo z trudnościami, powstałemi przy zastosowaniu innego surowca wyjściowego niż bawełna; o ile jednak proch nitrocelulozowy jest produktem kosztownym, o tyle zastosowanie nowych surowców komplikuje znacznie fabrykację, a co za tem idzie — podraża ją. Fabrykacja prochów koloidalnych jest procesem skomplikowanym, wymagającym licznych produktów ubocznych, nieraz o znaczeniu bardzo istotnem, precyzyjnych maszyn, odpornych na działanie chemikalij, różnych aparatów i t. p.; rozbudowanie więc, celem zwiększenia produkcji podczas działań wojennych, jest zadaniem nad wyraz trudnem. Toteż wzorem innych narodów oglądać się stale musimy, aby znaleźć odpowiednie materjały zastępcze, pozwalające nam na zaoszczędzenie tak cennych prochów koloidalnych, będących niekiedy materjałem, dla których technika współczesna nie zna materjału zastępczego, god-

nego uwagi. Zużycie prochów dzieli się zgrubsza między artylerję i piechotę. Niestety, jako materjał miotający dla karabinów, w chwili obecnej, wchodzi w rachubę właściwie tylko proch koloidalny; jeśli zaś chodzi o artylerję, to dla jej celów podczas wojny światowej stosowany był przez państwa centralne na wielką skalę proch amonowy. Tym właśnie materjałem zamierzam bliżej się zająć.

Proch amonowy jako materjał miotający znany jest oddawna. Według Escalesa (Ammonsalpetersprengstoffe, str. 215), w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia wyrabiany był w Niemczech i stosowany w wojsku na dość dużą skalę. W latach dziewięćdziesiątych używała go również marynarka austrjacka. Wynalazek prochu nitrocelulozowego położył kres produkcji prochu amonowego na długie lata, i dopiero wojna światowa powołała go znów do życia. Państwa centralne odcięte od dowozu z zagranicy cierpiały głód amunicji wobec stale wzrastającego zapotrzebowania. Przypomniano sobie wówczas odrazu wzgardzony proch amonowy i natychmiast wznowiono usiłowania, by go zastosować. Militärversuchsamt nabył mianowicie licencję od firmy Roth A. G. Felixdorf pod Wiedniem i podjął próbę zastosowania prochu amonowego do polówki wz. 96. Prace te doprowadziły wkrótce do pomyślnych wyników tak, że pod koniec 1915 roku podjęto produkcję fabryczną. W okresie tym dążenia szły w kierunku zastąpienia całego ładunku prochu koloidalnego przez proch amonowy, który w ten sposób miał się stać materjałem całkowicie zastępczym. O ile z chwilą przejścia na produkcję fabryczną wyniki otrzymano zupełnie nieszczególne i daleko odbiegające od wyniku prób laboratoryjnych, o tyle w ciągu 1916 roku produkcja została opracowana na tyle, że otrzymywano wyniki zadowalające, jednak nieregularne, a produkcja wciąż była

grymaśna i niepewna. W tym jednak czasie poczyniono ważne spostrzeżenia i dokonano badań nad sposobem spalania się prochu amonowego. Doprowadziło to do zastosowania zamiast ładunku jednorodnego, ładunku mieszanego, t. j. takiego, w którym tylko część prochu koloidalnego została zastąpiona przez proch amonowy. W tem ujęciu proch amonowy przestał być materjałem zastępczym w ścisłem rozumieniu tego słowa, stał się zaś niejako materjałem rozcieńczającym rozporządzalną ilość prochów koloidalnych. Z chwilą tą usunięte zostały przyczyny tamujące rozwój produkcji prochu amonowego. To też lata 1917 i 1918 są czasem, kiedy pracowało około trzydzieści fabryk, wykonywających bądź to całokształt produkcji, bądź jej poszczególne fazy; w przeciwieństwie bowiem do prochów koloidalnych, dla produkcji prochu amonowego z łatwością da się przystosować wiele urządzeń, służących do zupełnie innych celów. To też widzimy, że produkcję prochu amonowego podejmuje fabryka kabli, zakłady ceramiczne i inne. Oczywistą wobec tego jest również rzeczą, że każda fabryka materjałów wybuchowych zdolna jest również podjąć produkcję prochu amonowego, jeśli nie w całości, to przynajmniej — poszczególnych faz fabrykacji. Ta łatwość produkcji jest wielką zaletą prochu amonowego, pozwala bowiem wyzyskać wszelskie możliwości produkcyjne dla celów wojennych, bez wielkich kosztów i straty cennego czasu. Preliminowana na początku roku 1917 wysokość produkcji wynosić miała 1000 tonn miesięcznie. Pod koniec roku 1917 osiągnęła już ona 1200 tonn, podczas gdy zapotrzebowanie wynosiło 3 tysiące tonn. Dalsze ulepszenie metod fabrykacji, w szczególności zaś wprowadzenie sposobów mokrych, jak metoda fabryki Krause et Co, metoda Raschiga, Rymarskiego i inne, pozwoliły znacznie podnieść wydajność tak, że w połowie roku 1918 jedna tylko Badeńska Fabryka Ani-

liny preparuje już 300 tonn węgla miesięcznie, co odpowiada produkcji prochu amonowego w wysokości 2000 tonn.

O ile początkowo stosowano proch amonowy tylko do polówek wzór 96, to z biegiem czasu zastosowano go również do polowych armat dalekonośnych wzór 16, do haubic polowych wzór 98/16, do dział 9-cio, 12-to, 13-to i 15-to centymetrowych. To też zapotrzebowanie daleko przewyższało możliwości produkcyjne kraju, które były już kompletnie wyczerpane, a zwiększenie ilościowo mogło nastąpić już tylko drogą skrócenia czasu produkcji. Tak np. w październiku 1917 r. wyprodukowano 1070 tonn prochu amonowego, podczas gdy zapotrzebowanie dla samej tylko artylerji polowej wynosiło 3000 tonn. W miesiącu tym wyprodukowano 9420 tonn prochów koloidalnych, a więc produkcja prochu amonowego stanowiła około 10% wyprodukowanej ilości prochów koloidalnych. Całkowitą wojenną produkcję prochu amonowego można liczyć na około 30 tysięcy tonn, ilość zaś wyprodukowanych z niego nabojów na okrągło 100 miljonów sztuk.

Dla porównania podam, że wg. cytowanego poprzednio dzieła prof. Płużańskiego, całkowita wojenna francuska produkcja pocisków 75 mm, wynosiła niespełna 210 miljonów sztuk, (Płużański — „Mobilizacja Przemysłu" str. 111) oraz, że na maj 1917 r. zapotrzebowanie amunicji dla dalekonośnych armat polowych sztab generalny niemiecki preliminował na 3/4 miljona strzałów.

Możnaby pomyśleć, że wobec wielkiego zapotrzebowania materjałów miotających, kontentowano się bylejakim „Ersatzem" i strzelano tem, co tylko strzelać chciało. Otóż nie, przez cały czas wojny ani razu nie zostały zmienione lub nawet złagodzone warunki odbiorcze. Partja prochu przedstawiona do odbioru nie mogła dawać wyników gorszych,

niż strzelany z nią naprzemian najlepszy proch koloidalny, a wogóle, przy oznaczaniu szybkości pocisku wyniki poszczególnych oznaczeń nie mogły odchylać się od przyjętej średniej więcej niż o ± 5 m/sek, wynik zaś pomiarów maksymalnych ciśnień mógł przekraczać najwyżej o 120 atm. ciśnienie, jakie wywiązywał proch zwykły (odnosi się to do arm. pol. wz. 96 n/A).

Jest rzeczą ciekawą, że wprowadzenie ładunków kombinowanych nietylko nie pogorszyło amunicji, lecz nawet ją polepszyło, osiągnięto bowiem zmniejszenie rozrzutu poszczególnych oznaczeń szybkości pocisków w stosunku do prochu porównawczego, oraz zmniejszenie ciśnienia maksymalnego. Fakty te zdołałem stwierdzić, żestawiając wyniki prób odbiorczych 34 partyj prochu, przedstawionych do odbioru w roku 1918 przez jedną z większych fabryk prochu amonowego.

Na posiedzeniu Wydziału Chem. w Ministerstwie Wojny w dniu 6. 6. 1917 r. kapitan Zchausch z „Wumba" wyraził następującą opinję w dosłownem brzmieniu według protokółu posiedzenia: „Ładunek znacznie się polepszył wskutek dodania prochu amonowego, bo gdy proch celulozowy dawał rozrzut 3—10 m, obecnie rozrzut ten zmalał do 2—6 m, nawet przy podwójnej donośności".

Z punktu widzenia balistycznego osiągnięto jeszcze inne korzyści. Temperatura wybuchu prochu amonowego jest niższa od temperatury innych prochów tak, że np. po wystrzale łuska jest zaledwie ciepła, podczas gdy przy prochu zwykłym bardzo gorąca, co podnosi już Escales w swym podręczniku p. t. „Ammonsalpetersprengstoffe" (str. 218). Ta cecha prochu amonowego jest bardzo cenna pod wieloma względami. Podczas strzelania nabojami o ładunkach z prochem amonowym lufa działa mniej się rozgrzewa, co przy-

czynia się do lepszej celności ognia oraz w wypadkach koniecznych pozwala na zwiększenie szybkostrzelności, mające pewne znaczenie taktyczne, pozwala bowiem na silniejszy efekt koncentracji ogniowej. Niska temperatura spalania powoduje mniejsze zużycie luf działowych, do czego w bardzo znacznym stopniu przyczynia się również obojętny lub, przy nieprawidłowem spalaniu, zasadowy charakter gazów wybuchowych, w przeciwieństwie do prochów koloidalnych, które dają gazy o charakterze kwaśnym. To też erozyjność prochu amonowego, badana w bombie erozyjnej, jest przeszło cztery razy mniejsza niż zwykłego prochu nitrocelulozowego. Polówka (wz. 96 n/A) wytrzymuje 4 tysiące strzałów, haubica (wz. 98/16) zaś przeszło 2500 strzałów bez większego pogorszenia własności balistycznych. Mała erozyjność prochu amonowego jest więc cechą niezmiernie korzystną, przedłuża bowiem użyteczność sprzętu.

Gazy, powstałe przy wybuchu prochu amonowego, zawierają stosunkowo nieduże ilości trującego tlenku węgla, czem proch amonowy wybitnie różni się od prochów koloidalnych. Ta zmniejsza toksyczność w niektórych wypadkach może być bardzo cenna.

Ostatniemi czasy rozpowszechniły się środki gaszenia płomienia wylotowego, który zdradza stanowisko baterji podczas strzelania nocnego. Otóż i pod tym względem ładunek kombinowany góruje nad jednorodnym nitrocelulozowym, nie daje bowiem prawie wcale płomienia wylotowego i odbłysków.

Proch amonowy należy również do prochów małodymnych, wydzielający się zaś obłoczek ma kolor niebieskawy (od zawieszonych cząsteczek węgla), zlewający się z barwą powietrza, nie demaskuje przeto stanowiska baterji, a ponieważ bardzo szybko się rozpływa, — nie utrudnia celowania.

Jako dalsze jego zalety wymienić należy dużą stałość chemiczną; gorzej natomiast przedstawia się sprawa ze stałością fizyczną, jest on bowiem wysoce higroskopijny, wymaga więc absolutnie szczelnego zamknięcia. O ile w końcu ubiegłego stulecia było to przeszkodą bardzo trudną do zwalczenia, a przez to zrażającą do stosowania prochu amonowego w praktyce, o tyle w naszych czasach uporano się z tem całkowicie do tego stopnia, że stało się nawet możliwe używanie prochu tego do dział ciężkich tam, gdzie nie stosuje się prochu zamkniętego w łusce metalowej, lecz w formie luźnych ładunków wkłada się do komory nabojowej działa. W tym wypadku sposób użycia polegał na zamknięciu ładunku prochu amonowego do szczelnej puszki wykonanej z prochu koloidalnego o specjalnie dobranym składzie. Wynalazek ten, za który uzyskano patent Nr. 303 979, rozszerzył znacznie możliwości zastosowania prochu amonowego.

Przez cały czas wojny stale prowadzono badania nad amunicją z prochem amonowym, poddając ją najrozmaitszym na wielką skalę zakrojonym próbom praktycznym, nieraz nawet bardzo długotrwałym. Do takich prób należy np. wysłanie większej partji tej amunicji na front macedoński, gdzie w ciągu blisko roku dzieliła losy baterji, której ją przydzielono. Była to próba znoszenia transportów, zmian temperatury, wpływów atmosferycznych i t. p. Gdy po upływie roku amunicję tę zbadano, zaledwie 10% nabojów wykazało zwiększenie szybkości pocisku i to najwyżej o 15 m/sek. — oraz ciśnienia — o 150 atm. Nadmienić wypada, że partja ta wykonana była w końcu 1916 roku i że w ciągu lat 1917 i 1918 fabrykację jeszcze znacznie ulepszono. Próba powyższa jasno dowodzi, że wszelkie obawy, jakie się zwykle żywi zpowodu higroskopijności i polimorfizmu saletry amonowej, mają raczej charakter teoretyczny, i że trudności

z tem związane nie są bynajmniej tak wielkie, jak to się często utrzymuje, o czem zdaje się również niezgorzej świadczyć owe sto miljonów pocisków, wystrzelonych przy pomocy prochu amonowego. To też w sprawozdaniu z posiedzenia komisji prochu amonowego w Ministerstwie Wojny w dniu 16. 11. 1917 r., zredagowanem przez Habera, czytamy opinję następującą: „Proch amonowy wystrzelony na froncie nie podlegał żadnym zastrzeżeniom. Wojska uznały go za pełnowartościową namiastkę dotychczasowych ładunków".

Jak z powyższego wynika, ze stanowiska balistycznego i fabrykacyjnego właściwie poważniejszych przeszkód stosowania prochu amonowego niema, gdyż, jak widzieliśmy, pod wielu względami posiadał on bardzo korzystne własności, cechy zaś ujemne zostały opanowane.

Jeśli skolei rzeczy na znaczenie prochu amonowego spojrzymy ze stanowiska gospodarczego, to spostrzeżemy również jego liczne zalety. A więc przedewszystkiem surowce bez wyjątku wszystkie mamy w kraju w dostatecznej ilości; są one przy tem tanie. Fabrykacja jest zasadniczo dużo prostsza niż prochów koloidalnych, niepotrzebne są żadne produkty uboczne, aparatura prosta i trwała, a ponadto duże bezpieczeństwo pracy. Tak np. w jednej z nowszych fabryk prochu amonowego w ciągu ostatnich 15-tu miesięcy przed zawarciem pokoju zanotowano zaledwie 4 drobne pożary i jedno wyfuknięcie, które razem wzięte spowodowały zaledwie nieznaczne straty materjalne. Nawiasem dodać można, że i ta drobna ilość pożarów spowodowana była niedbalstwem personelu. Wszystko to określa cenę prochu amonowego na wielokrotnie niższą niż prochów koloidalnych, zastosowanie więc prochu amonowego znacznie może obniżyć koszty wojny, a ponadto zaoszczę-

dzić dużo ilości prochów koloidalnych, które wówczas użyć będzie można tam, gdzie ich do dzisiaj zastąpić niczem nie potrafimy.

Na ziemiach polskich znajdują się instalacje odziedziczone po zaborcach. Mamy więc wielkie możliwości w tej dziedzinie, należy je jednak umiejętnie wykorzystać. Zapewne, przez siedemnaście lat naszej niepodległości mieliśmy dużo ważniejszych rzeczy do zrobienia, wobec jednak sytuacji międzynarodowej, w której po staremu ultima ratio — to siła, nie możemy zaniedbywać żadnej możliwości ułatwiającej zwycięstwo. Doświadczenie wojenne nie poszło na marne, czego dowodem w dziedzinie prochu amonowego są pojawiające się od czasu do czasu publikacje, że przytoczą patent włoski Nr. 272 752 lub publikację Herbsta w numerze 73 Chemiker-Zeitung z roku ubiegłego. Zakończenie więc wojny nie zakończyło bynajmniej żywota prochu amonowego. Bezwątpienia odżyje on ponownie w formie udoskonalonej w stosownej chwili, aby przyczynić się do zwycięstwa tej strony, która będzie umiała go lepiej zastosować i wykorzystać.

531.552.

DEMIAŃCZUK P.

RUCH PROSTOLINJOWY POCISKU RAKIETOWEGO W OŚRODKU OPOROWYM.

Za punkt wyjścia naszych rozważań weźmiemy równania ruchu podane przez generała Antonio de Stefano w „Rivista di Artiglieria e Genio" (IX — X, 1926). Przekład rosyjski tego artykułu umieszczony jest w książce A. Runina pod tytułem „Rakiety".

Zakładamy, że ciężar gazów wyrzuconych z pocisku w ciągu jednej sekundy jest stały.

Oznaczamy przez M_0 masę pocisku rakietowego łącznie z materjałem wybuchowym, przez m — masę gazów wyrzucanych z pocisku w ciągu jednej sekundy z szybkością u względem pocisku, przez v — szybkość pocisku rakietowego w chwili t.

Uwzględniając powyższe oznaczenia, otrzymamy równanie ruchu w ośrodku oporowym w postaci:

$$(M_0 - m\,t)\frac{d\,v}{d\,t} = -(M_0 - m\,t)\,f(v) + m\,u \tag{1}$$

gdzie

$$f(v) = \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2}{(M_0 - m\,t)\,g} \tag{2}$$

lub

$$(M_0 - m\,t)\,\frac{d\,v}{d\,t} = -\,\frac{F(v)\;i\;\delta_s\;a^2}{g} + m\,u \tag{3}$$

Rozwiązując równanie zredukowane, to jest bez uwzględnienia oporu powietrza, mamy

$$(M_0 - m\,t)\,\frac{d\,v}{d\,t} = m\,u \tag{4}$$

Całkując wyrażenie (4) mamy

$$v_0 = -\,u\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0} \tag{5}$$

Zakładając, że w ośrodku oporowym szybkość wyraża się wzorem

$$v = -\,(u + \Delta)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0} \tag{6}$$

gdzie Δ jest wartością, którą mamy za cel wyznaczyć.

Biorąc pochodną wyrażenia (6), względem czasu, otrzymamy przy założeniu, że u constans

$$\frac{d\,v}{d\,t} = -\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}\,\frac{d\,\Delta}{d\,t} + \frac{m\,(u + \Delta)}{M_0 - m\,t} \tag{7}$$

albo

$$(M_0 - m\,t)\,\frac{d\,v}{d\,t} = -\,(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}\,\frac{d\,\Delta}{d\,t} + m\,u + m\,\Delta \tag{8}$$

Z równań (3) oraz (8), otrzymamy

$$-\,\frac{F(v)\;i\;\delta_s\;a^2}{g} = -\,(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}\,\frac{d\,\Delta}{d\,t} + m\,\Delta \tag{9}$$

lub

$$\frac{d\Delta}{dt} - \frac{m}{(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}\,\Delta - \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2}{g\,(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}} = 0 \tag{10}$$

Równanie (10) jest równaniem linjowem względem Δ, więc po scalkowaniu mamy wyrażenie

$$\Delta = e^{\int \frac{m\,dt}{(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}} \times \left| C + \int \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2}{g\,(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}\, e^{-\int \frac{m\,dt}{(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}}\, dt \right| \tag{11}$$

Ponieważ dla ośrodka nieoporowego $\Delta = 0$, więc stała całkowania $C = 0$, czyli wzór (11) przyjmie postać:

$$\Delta = e^{\int \frac{m\,dt}{(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}} \times \int \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2\,e^{-\int \frac{m\,dt}{(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}}}{(M_0 - m\,t)\,g\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}}\, dt \tag{12}$$

Ponieważ jednak

$$\int \frac{m\,d\,t}{(M_0 - m\,t)\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}} = -\ln.\ln\frac{(M_0 - m\,t)}{M_0} \tag{13}$$

więc wyrażenie (12) napiszemy w postaci

$$\Delta = \frac{1}{\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}} \int \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2}{(M_0 - m\,t)\,g}\,d\,t \tag{14}$$

Szybkość więc prostolinjowa pocisku rakietowego w powietrzu wyraża się wzorem

$$v = -\left\{u + \frac{1}{\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}} \int \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2\,d\,t}{(M_0 - m\,t)\,g}\right\}\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0} \tag{15}$$

Uwzględniając, że

$$\frac{d\,s}{d\,t} = v \tag{16}$$

na donośność lotu pocisku rakietowego, po scałkowaniu (16), będziemy mieli wyrażenie

$$s = -\int\left\{u + \frac{1}{\ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}} \int \frac{F(v)\,i\,\delta_s\,a^2\,d\,t}{(M_0 - m\,t)\,g}\right\} \cdot \ln\frac{M_0 - m\,t}{M_0}\,d\,t \tag{17}$$

gdzie stała całkowania oczywiście równa się zeru.

W celu oszacowania wartości Δ, zastosujemy metodę kolejnych przybliżeń; a mianowicie zakładając, że w pierwszem przybliżeniu szybkość pocisku może być wyrażona wzorem (5), oraz na $F(v)$ przyjmując wartość v^2, — otrzymamy

$$\Delta_1 = \frac{1}{\ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{u^2 \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M^0} \right\}^2 i \delta_s a^2}{(M_0 - m t) g} d t \tag{18}$$

Przyjmując, że spółczynnik kształtu jest niezależny od szybkości, z (18) otrzymamy

$$\Delta_1 = \frac{u^2 i \delta_s a^2}{g \ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{\left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2}{M_0 - m t} d t \tag{19}$$

Ponieważ

$$\int \frac{\left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2}{M_0 - m t} d t = - \frac{1}{3 m} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^3 \tag{20}$$

stała całkowania oczywiście równa się zeru.

Po uwzględnieniu (20) wzór (19) przyjmie postać

$$\Delta_1 = - \frac{u^2 i \delta_s a^2}{3 m g} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2 \tag{21}$$

W drugiem przybliżeniu położymy na szybkość wartość

$$v = - (u + \Delta_1) \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \tag{22}$$

gdzie Δ_1 wyraża się wzorem (21)

Wartość Δ w drugiem przybliżeniu będzie

$$\Delta_2 = \frac{1}{\ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{(u + \Delta_1)^2 \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2 i \,\partial_s a^2 \, d t}{(M_0 - m t) g} =$$

$$= \frac{u^2 i \,\partial_s a^2}{g \ln \frac{M^0 - m t}{M_0}} \int \frac{\left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2}{M_0 - m t} d t +$$

$$+ \frac{2 u i \,\partial_s a^2}{g \ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{\Delta_1 \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2 d t}{M_0 - m t} +$$

$$+ \frac{i \,\partial^s a^2}{g \ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{\Delta_1{}^2 \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2}{M_0 - m t} d t =$$

$$= \frac{u^2 i \,\partial_s a^2}{g \ln \frac{M_0 - m t}{M^0}} \int \frac{\left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2}{M_0 - m t} d t -$$

$$- \frac{2 u^3 i^2 \partial_s{}^2 a^4}{3 m g^2 \ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{\left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^4}{M_0 - m t} d t +$$

$$+ \frac{u^4 i^3 \partial_s{}^3 a^6}{9 m^2 g^3 \ln \frac{M_0 - m t}{M_0}} \int \frac{\left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^6}{M_0 - m t} d t =$$

$$= -\frac{u^2 i \delta_s a^2}{3 m g} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2 + \frac{2 u^3 i^2 \delta_s^2 a^4}{15 m^2 g^3} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^4 -$$

$$- \frac{u^4 i^3 \delta_s^3 a^6}{63 m^3 g^3} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^6$$

a więc ostatecznie

$$\Delta_2 = - \frac{u^2 i \delta_s a^2}{3 m g} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^2 +$$

$$+ \frac{2 u^3 i^2 \delta_s^2 a^4}{15 m^2 g^2} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^4 - \frac{u^4 i^3 \delta_s^3 a^6}{63 m^3 g^3} \left\{ \ln \frac{M_0 - m t}{M_0} \right\}^6 \qquad (23)$$

Mając obliczoną wartość Δ_2, możemy znaleźć wielkość v oraz s w drugiem przybliżeniu. W sposób zupełnie analogiczny możemy znaleźć Δ_3, Δ_4, . . . , czyli tem samem rozwiązać problem ruchu prostolinjowego pocisku rakietowego.

WIADOMOŚCI Z PRASY OBCEJ.

F R A N C J A.

REVUE D'ARTILLERIE, II — 1935 r.

Zasady bezpieczeństwa w składnicach amunicji — kpt. Senart.

Przed przystąpieniem do matematycznego ujęcia skutków wybuchu amunicji, przytaczamy zasady fizyczne, na których oparto niżej wyprowadzone wzory, rozwiązujące sposób bezpiecznego zbudowania magazynów amunicji.

Ładunek materjału wybuchowego wyzwala przy wybuchu pewną ilość energji, która rozprzestrzenia się:

a) w postaci fali wybuchowej,

b) gazów gorących, posiadających siłę żywą,

oraz c) powoduje zjawiska mechaniczne, jak tworzenie leja i t. p.

Celem zabezpieczenia się od przerzucania ognia oraz różnych przedmiotów stałych, zwykle między miejscem magazynowania materjału wybuchowego, a objektem zabezpieczonym od skutków wybuchu ustawia się odpowiednie zapory w postaci murów oraz wałów ochronnych.

W zniszczeniu pewnego objektu skutkami wybuchu najistotniejszą przyczyną jest fala wybuchowa. Zjawisko detonacji na odległość, naczelny inżynier prochów, p. Burlot, objaśnia następująco:

Detonacja ładunku pobudzonego powstaje wskutek synchronizacji ruchów cząsteczek gazów ładunku pobudzającego z ruchami cząsteczek ładunku pobudzonego. Innemi słowy: ruch falowy wytworzony wybuchem, zostaje przeniesiony na cząsteczki ładunku pobudzanego.

Z powyższego wynika, że fala wybuchowa może wywołać wybuch ładunku materjału wybuchowego, znajdującego się w sąsiedz-

twie; wytworzone wstrząsy powietrza powodują szkodę w objektach, położonych w pewnym promieniu od miejsca wybuchu.

Celem zabezpieczenia się od skutków wspomnianej fali wybuchowej, stosuje się zwykle dwa sposoby:

1) Odpowiednie oddalenie składu materjału wybuchowego.
i 2) Budowę wałów lub murów ochronnych.

Jednakże stosowanie pierwszego sposobu wymaga bardzo dużej powierzchni; podczas gdy postawienie między magazynem ładunku pobudzającego a objektami chronionemi odpowiedniej przeszkody, — oprócz częściowego zatrzymania ognia zabezpiecza je w dostatecznej mierze od detonacji.

Na pierwszy rzut oka wydawałoby się, iż mur lub wał ochronny, ażeby nie został zburzony wskutek wybuchu, powinien się znajdować w takiej odległości od ładunku pobudzającego, ażeby był poza obrębem wytworzonego przez wybuch leja.

Praktyka wykazała jednak, że w pewnych wypadkach pomimo zburzenia przeszkody, która przytem znajdowała się w obrębie leja, wybuch ładunku pobudzonego nie nastąpił. Z powyższego faktu możnaby przypuszczać, iż zburzenie przeszkody nastąpiło po przejściu fali wybuchowej, czyli w momencie krytycznym mur czy też wał ochronny spełniły swą rolę.

Opierając się na tem rozumowaniu, instrukcja francuska z dnia 7 lutego 1920 roku ustala, iż dla zabezpieczenia się od przeniesienia wybuchu naskutek działania fali wybuchowej, odległość między dwoma magazynami, zawierającemi materjał wybuchowy, powinna być tak duża, ażeby lej, wytworzony przez wybuch największego z ładunków, był styczny do muru magazynu najbliżej położonego od ładunku pobudzającego.

Detonacja ładunku wybuchowego, jak zaznaczono wyżej, powoduje pewne zruszenie i rozrzucenie ziemi.

W wypadku, gdy ładunek wybuchowy jest całkowicie nakryty ziemią, i gdy teren jest jednolity — wybuch ładunku spowoduje zruszenie ziemi i wytworzenie komory w kształcie kuli, której objętość będzie proporcjonalna do ciężaru ładunku wybuchowego.

O ile ładunek wybuchowy położony jest swodobnie na ziemi, to wybuch powoduje wytworzenie się leja w postaci półkuli.

Oznaczając przez V objętość tej półkuli:

R — jej promień (w metrach).

P — ciężar ładunku materjału wybuchowego (w kg).

A — spółczynnik stały.

Otrzymamy następujące wyrażenie między ciężarem P a objętością V.

$$V = \frac{2}{3} \pi R^3 = A P.$$

Zakładając: $K = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \frac{A}{\pi}} =$ constans,

Otrzymamy: $R = K \sqrt[3]{P}$.

Styczność leja z murem najbliżej położonego magazynu określa się przez:

$R = D$, (gdzie D jest odległością od środka leja do muru sąsiedniego magazynu).

Stąd: $D = K \sqrt[3]{P}$.

Powyższy wzór jest słuszny dla wypadku, gdy oba ładunki pobudzający i pobudzany, są bardzo duże. Spółczynnik K nazywa się spółczynnikiem plastyczności terenu; jest on zawsze mniejszy od jedności i wzrasta z lekkością terenu.

W dotychczasowem rozumowaniu mówiło się o ładunku P materjału wybuchowego bez precyzowania, w jakich warunkach dany ładunek się znajduje (w pociskach, skrzyniach i t. p.). Doświadczenie jednak paucza, iż detonacja ładunku P pewnego materjału wybuchowego daje ten sam efekt bez względu na to, czy wspomniany ładunek znajduje się np. w skrzyni, pocisku lub jest swobodnie położony na ziemi. Z powyższego wynika więc, że dodatkowa siła wybuchowa, powstała naskutek ciśnienia gazów, zamkniętych np. w skorupie pocisku, jest całkowicie zużyta na fragmentację tej skorupy. Innemi słowy można powiedzieć, że efekt detonacji stosu pocisków, o łącznym ładunku P materjału wybuchowego, będzie równy efektowi detonacji tego ładunku P, położonego swobodnie.

Wyobraźmy sobie pewną ilość pocisków, o łącznym ładunku P materjału wybuchowego, ułożoną w stos o kształcie sześcianu, o krawędzi a. Detonacja tego stosu pocisków wytworzy lej o promieniu:

$$R = K \sqrt[3]{P}$$

Przyjmując ciężar gatunkowy materjału wybuchowego równy d,

mamy: $P = da^3$,

Skąd $R = Ka \sqrt[3]{d}$.

Ponieważ dla danego rodzaju materjału wybuchowego d jest stałe, można więc powiedzieć, iż dla pewnego rodzaju pocisków i przy znacznym spółczynniku plastyczności terenu K.

„Promień leja, wytworzonego wybuchem pocisków, ułożonych w stos w kształcie sześcianu, jest proporcjonalny do jego krawędzi".

Mnożąc obie części powyższego wyrażenia przez π, i podniósłszy je uprzednio do kwadratu, otrzymuje się:

$$\pi R^2 = \pi K^2 d^{\frac{2}{3}} a^2$$

Z czego wynika że:

„powierzchnia otworu leja, wytworzonego detonacją pewnej ilości pocisków, ułożonych w stos w kształcie sześcianu, jest proporcjonalna do powierzchni jego boku".

Zgodnie z tem, co było powiedziane wyżej, zniszczenia powstałe wokoło miejsca wybuchu, powstają skutkiem działania fali uderzenia, która w ośrodku jednorodnym rozprzestrzenia się kolisto względem miejsca wybuchu, jako środka kuli.

Zniszczenie pewnych objektów powstaje w momencie zetknięcia się powierzchni tej kuli z danym objektem.

Oznaczając przez:

P — ciężar ładunku wybuchowego w kg.

R — promień kuli w chwili t w m.

F — siłę wsrząśnienia (która jest stała na całej powierzchni każdej kuli, w każdej chwili, i proporcjonalna do ładunku P).

A i C — stałe spółczynniki;

można napisać:

$$F = A P = 4\pi R^2 . C$$

Skąd $R^2 = \frac{A}{4\pi C} . P$

Zakładając:

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{A}{\pi C}} = K = \text{constans.}$$

otrzymujemy:

$$R = K\sqrt{P}.$$

Powyższy wzór spotyka się w fizyce we wszystkich zjawiskach rozchodzenia się ruchu falowego w ośrodku trójwymiarowym: optyka (światło), akustyka (głos), radio (fale elektryczne) i t. p.

Spółczynnik K dla wypadków spotykanych w składach z amunicją, gdy materjał wybuchowy nie był otoczony murem lub wałem ochronnym, wynosił:

od 0 do 5 dla dużych uszkodzeń
od 5 do 10 dla średnich uszkodzeń
od 10 do 20 dla małych uszkodzeń

W wypadku, gdy materjał wybuchowy jest otoczony murem lub wałem ochronnym, spółczynnik K jest mniejszy o połowę.

Odnośnie prochu czarnego dane doświadczalne wykazały, iż wstrząśnienie spowodowane wybuchem prochu czarnego jest o połowę mniejsze od wstrząśnienia, wywołanego tym samym ładunkiem innego materjału wybuchowego.

Z powyższego wynika, iż:

„Odległość bezpieczna dla prochu czarnego wynosi 0,7 odległości dla innego materjału wybuchowego".

REVUE D'ARTILLERIE, VIII—IX 1935 roku.

Zużycie amunicji podczas wojny roku 1914—1918.

Gen. Fournier.

Już po upływie zaledwie kilku tygodni od rozpoczęcia wojny w roku 1914 stwierdzono zarówno po stronie francuskiej, jak i niemieckiej brak dostatecznej ilości amunicji artyleryjskiej, w szczególności zaś dla lekkiej artylerji polowej.

Fakt ten wpłynął w wysokim stopniu na dalszy charakter walki, zmuszając obu przeciwników do wojny t. zw. „stabilizacyjnej". Powyższy stan skolei wytworzył nowe potrzeby, które między inne-

mi wyrażały się znów w dalszem zapotrzebowaniu sprzętu artyleryjskiego a więc i amunicji; wielkość tego zaopatrzenia była ograniczona jedynie możliwościami fabrykacyjnemi obu przeciwników.

Brak amunicji, stwierdzony już po upływie krótkiego czasu trwania wojny, tłumaczono z jednej strony błędnemi przewidywaniami krótkotrwałości wojny. Jeżeli te błędne przewidywania mogły do pewnego stopnia usprawiedliwić niedostateczny stopień przygotowania mobilizacyjnego przemysłu zarówno po stronie francuskiej, jak i niemieckiej, to jednak nie mogą one tłumaczyć całkowicie tego braku amunicji, jaki odczuto wkrótce po rozpoczęciu działań wojennych.

Z drugiej znów strony twierdzono, iż zapasy mobilizacyjne amunicji, przewidziane na działo, liczone były bardzo skąpo i nie uwzględniały w należytej mierze możliwości wyzyskania w tym kierunku nowoczesnych luf działowych.

Powyższą opinję podzielał całkowicie gen. Herr, uzasadniając ją w znanem swem dziele o artylerji.

Po stronie niemieckiej za brak amunicji oskarżano zarówno rząd, jak i parlament, i zdaje się, iż opinja ta posiada dużą dozę słuszności.

Dla większości kalibrów koszt jednej baterji, bez amunicji, jest znacznie niższy od kosztu potrzebnej amunicji, obliczonej w wystarczającej ilości, jako niezbędna rezerwa na pierwszy okres walki. Nie ulega jednak wątpliwości, że dla danego kraju widomym znakiem jego siły jest ilość posiadanych bateryj, podczas gdy ilość posiadanej amunicji wg. ogólnej opinji wpływa w miejszym stopniu na stan jego potęgi militarnej. Zdawało się, iż pewne oszczędności w tym kierunku nie powinny spowodować poważniejszych konsekwencyj; unikanie zaś szafowania amunicją oraz duża zdolność produkcyjna przemysłu danego kraju powinnyby umożliwić uzyskanie szybkiej równowagi między zapotrzebowaniem na amunicję, a jej zaopatrzeniem przez przemysł.

Jednak Sztab Generalny niemiecki nie podzielał tej opinji. Wyrazem tego stanowiska był list szefa Sztabu Generalnego, von Moltke, wystosowany do Ministerstwa Spraw Wojskowych w dniu 1 listopada 1912 roku.

Przewidywane w Niemczech w czasie pokoju dotacje amunicji wynosiły dla armat polowych około 400 strzałów na działo, do których należy jeszcze dodać rezerwę około 600 strzałów, przyczem rezerwa ta była przewidywana jedynie w Prusach.

Dotacje dla lekkich haubic polowych były mniejsze i wyniosły około 500 strzałów na jednostkę.

Ciężkie haubice polowe były lepiej zaopatrzone w amunicję. Przewidywano bowiem po 6.912 strzałów na bataljon haubic ciężkich (16 haubic w bataljonie), a oprócz tego istniała rezerwa w postaci 6.000 strzałów.

Pierwsze dostawy amunicji, fabrykowanej z chwilą rozpoczęcia mobilizacji, powinny były nadejść dla armat polowych w siódmym lub ósmym tygodniu i miały wynosić, w Prusach, po 40 strzałów na działo. Poczynając od tego czasu następne dostawy miały wynosić po 40 do 50 strzałów na działo miesięcznie.

Dla haubic ciężkich pierwsze dostawy amunicji w ósmym tygodniu wojny powinny były wynosić 35.000 strzałów, a poczynając od tego czasu miesięczne dostawy miały wynosić od 26.000 do 28.000 strzałów.

Gen. von Moltke, opierając się na powyższych ilościach, wypowiedział w swym piśmie do Ministra Wojny następujące uwagi.

„*Zapotrzebowanie amunicji w polu.* — Należy przypuszczać, że pierwsze wielkie bitwy odbędą się wkrótce po koncentracji. W czasie tych walk, które będą trwały po kilka dni, całkowita ilość amunicji, posiadana w jednostkach, zostanie spożyta. W czasie bitwy, trwającej np. kilka długich letnich dni, spożycie amunicji na działo polowe wynosić będzie do 500 strzałów. Po pierwszej wielkiej bitwie armaty polowe będą jeszcze posiadały amunicję potrzebną dla następnej bitwy, podczas gdy zaopatrzenie w amunicję ciężkich haubic może napotkać na trudności. Nasze obecne zaopatrzenie w amunicję powinno pokryć potrzeby pierwszych 7 do 8 tygodni wojny, a nawet i więcej, ponieważ produkcję amunicji w pierwszej jej fazie po mobilizacji należy traktować jako słabe uzupełnienie pokojowych zapasów. Wydaje mi się prawie niemożliwem wyjście z tej sytuacji..."

Wobec powyższego stanowiska szefa Sztabu Generalnego, zdecydowano podnieść dotację dla artylerji polowej do 1200 strzałów na działo oraz stworzyć dla ciężkich haubic drugi park rezerw amunicji.

Jednakże Generał von Moltke uznał powyższe zwiększenie dotacji w amunicję jeszcze za niewystarczające. Zażądał on podniesienia dotacji dla artylerji polowej powyżej 1200 strzałów na działo, a dla ciężkich haubic utworzenia 3 i 4 parku rezerw amunicji.

Generał von Moltke zakończył swój wyżej wspomniany list w sposób następujący: „Jestem całkowicie przekonany, że ostatnie

przodki pełne amunicji będą miały zasadniczy wpływ na wynik wielkiej wojny europejskiej. Mając na uwadze, że walczyć będziemy z dwoma przeciwnikami, którzy łącznie są od nas znacznie silniejsi, musimy posiadać więcej amunicji, aniżeli każdy z nich".

Nie został on jednak wysłuchany.

Artylerja francuska posiadała na początku wojny po 1300 strzałów na działo 75 m/m. Francuski plan mobilizacyjny przewidywał dzienną produkcję 14.000 nabojów 75 m/m oraz 465 nabojów 155 m/m.

Jednakże już pierwsze tygodnie wojny wykazały w dostatecznej mierze znaczenie czynnika materjalnego w wojnie, i od tej chwili nabiera decydującego znaczenia sprawa mobilizacji przemysłu, która właściwie w sierpniu 1914 r. prawie że nie istniała.

Jak jednak wielkie było zapotrzebowanie amunicji w czasie wojny, podają następujące dane:

W wojsku niemieckiem. W publikacji gen. Ludendorffa *), datowanej w październiku 1918 r., znajduje się tabela, w której, jako jednostkę należy przyjąć pociąg.

Gen. Ludendorf zaopatrzył powyższą tabelę pewnemi uwagami, jak np., że:

1. Stan amunicji dla armat polowych na początku wojny był niższy, aniżeli produkcja jednomiesięczna w roku 1918.

2. Stan amunicji dla lekkich haubic wynosił połowę produkcji jednomiesięcznej z roku 1918.

3. Dla ciężkiej artylerji z racji posiadania zasobów fortecznych sytuacja była lepsza.

Dla ciężkich haubic stan powyższy równał się trzem piątym produkcji miesięcznej 1918 r.

Całkowite spożycie amunicji w ciągu 4 lat wojny dla trzech zasadniczych rodzajów dział niemieckich, a więc armaty polowej, lekkiej haubicy i ciężkiej haubicy polowej przedstawia się następująco:

dla armaty polowej	5.799¾	pociągów
„ lekkiej haubicy polowej	5.549	„
„ ciężkiej „ „	6.955¼	„

Powyższym ilościom zużytej amunicji, wzrastającym stopniowo z roku na rok, odpowiada jednoczesny wzrost jednostek wojska i ilości dział.

---

*) *Ludendorff.* Urkunden der obersten Heeresleitung. Berlin 1920.

W wojsku francuskiem. Tabela *) podaje dla kalibrów 75, 155 220, 120, i 105 m/m. stan ilościowy dział, zapasy odpowiedniej amunicji oraz przeciętne jej użycie. Dane w tabelach oparte są na dokumentach archiwalnych.

Przed wyciągnięciem wniosków z powyższych tablic, należy zauważyć, że liczby w nich zawarte przedstawiają ilości amunicji zużytej, lecz bynajmniej nie potrzebnej. Jest rzeczą pewną, że w wielu wypadkach trzeba było wyrzec się spodziewanych sukcesów jedynie z racji niedostatecznych rezerw amunicji. Według Ludendorffa Niemcy były zmuszone w końcu 1914 roku zrezygnować z ataku na Verdun, wyłącznie naskutek zbyt małej produkcji amunicji przemysłu niemieckiego.

Również należy podkreślić, iż wprowadzenie w dużych ilościach pocisków trujących spowodowało wydatne zmniejszenie amunicji artyleryjskiej, ponieważ pociski te skrócały przygotowanie artyleryjskie ataku.

Analizując teraz liczby cytowanych tablic, widzimy, że

w Niemczech w roku 1916 zużycie amunicji dla lekkiej artylerji polowej (armaty polowe i lekkie haubice), wynosiły wagowo 1,36 ilości amunicji zużytej przez ciężkie haubice,

— w roku 1917 stosunek ten wynosi 1,54, a

— w roku 1918 jest równy 2,05.

We Francji zaś wspomniany wyżej stosunek zmieniał się w sensie przeciwnym. Jest to zupełnie zrozumiałe, zważywszy iż Francja na początku wojny prawie że nie posiadała artylerji ciężkiej, podczas gdy Niemcy miały ją w dość znacznej ilości. Dlatego też Francja zwróciła baczniejszą uwagę na zwiększenie artylerji ciężkiej, co i znalazło wyraz w stosunkowo większem niż w Niemczech zużyciu tego rodzaju amunicji.

Zestawiając ilości zużycia amunicji artyleryjskiej w poszczególnych epokach wojny, widzimy iż największemu wahaniu podlegała amunicja a. p. 75 m/m. Wynika to przedewszystkiem ze względu na zalety tego działa, które dzięki swej wielkiej ruchliwości i dużej szybkostrzelności było najczęściej używane we wszelkich możliwych okolicznościach.

---

*) Umieszczone w zeszycie sierpniowym Revue d'Art., str. 107—110

Rok 1915.

W trzeciej dekadzie września przeciętne dzienne zużycie pocisków 75 m/m wynosiło 322.000; spada ono do 150.000 w pierwszej dekadzie października, a następnie do 60.000 w drugiej dekadzie tego miesiąca.

Dla innych kalibrów dzienne zużycie amunicji w tym roku przedstawia się następująco:

	wrzesień	*październik*
hb. 155 m/m	11.000	4.000
arm. 120 m/m	9.000	5.000
arm. 105 m/m wz. 13	2.000	1.5000
moźdz. 220 m/m	1.600	600

Rok 1916.

Niemcy atakują Verdun 21 lutego.

Dzienne zużycie pocisków 75 m/m w trzeciej dekadzie lutego wynosi 70.000 strzałów i podnosj się do 115.000 w pierwszej dekadzie marca. Zużycie to waha się następnie od 120.000 do 140.000 strzałów przez resztę marca, w kwietniu i maju, natomiast w czerwcu dochodzi aż do 250.000 strzałów dziennie.

Zużycie amunicji dla innych kalibrów wzrasta również, lecz w mniejszym stopniu i wynosi:

	w czerwcu	*w lipcu*
hb. 155 m/m	19.500	21.200
arm. 120 m/m	13.500	5.750
arm. 105 m/m	9.500	5.000
moździ. 220 m/m	1.400	3.150

Największe jednak zużycie amunicji było w tym roku we wrześniu, gdyż dziennie wynosiło dla:

a. p. 75 m/m:		
w 1-ej dekadzie	310.000	strzałów
w 2 ,,	225.000	,,
w 3 ,,	165.000	,,
hb. 155 m/m	28.000	,,
arm. 120 m/m	12.700	,,
arm. 105 m/m	4.250	,,
moźdz. 220 m/m	2.550	,,

Rok 1917.

W czasie wiosennej ofensywy sprzymierzonych, dzienne zużycie amunicji 75 m/m osiąga swe maximum dla okresu całej wojny, i wynosi ono w drugiej dekadzie kwietnia 622.000 strzałów. W tym samym miesiącu dziennie wystrzelano z:

hb. 155 m/m	53.000	strzałów
arm. 120 m/m	22.100	„
arm. 105 m/m	9.000	„
moździ. 220 m/m	4.950	„

Są to również największe zapotrzebowania amunicji dla tych kalibrów w czasie całego trwania wojny.

Rok 1918.

Dnia 21 marca Niemcy atakują w Pikardji. Dzienne zużycie pocisków 75 m/m w trzeciej dekadzie marca wynosi 168.000 strzałów i wzrasta ono do 250.000 strzałów w drugiej dekadzie kwietnia w czasie bitwy we Flandrji. Zużycie amunicji dla kalibrów 155 i 120 m/m wyraża się w analogicznym stosunku.

27 maja Niemcy atakują nad Aisne'ą a zużycie amunicji 75 m/m w tym okresie wynosi w pierwszej dekadzie czerwca 310.000 strzałów dziennie i dochodzi do maximum w drugiej dekadzie lipca, osiągając 400.000 strzałów.

Powyższe ilości dobitnie mówią, że zarówno w defensywie, jak i przy ofensywie zapotrzebowanie amunicji jest b. duże i może być ono długotrwałe.

Podczas obrony Verdun w marcu, kwietniu i maju 1916 r. wojsko francuskie zużyło około:

11.580.000	pocisków	75	m/m
921.000	„	155	„
37.500	„	220	„
1.885.000	„	120	„
348.000	„	105	„

Podczas ofensywy w miesiącach lipcu, sierpniu, wrześniu i październiku roku 1918 zużycie amunicji francuskiej wyniosło:

26.560.000	strzałów	dla	75	m/m
6.411.000	„	„	155	„
157.500	„	„	220	„
579.000	„	„	120	„
1.423.500	„	„	105	„

Do powyższych ilości amunicji należy oczywiście dodać ilości amunicji wystrzelonej przez wojska angielskie, amerykańskie i belgijskie, co w sumie dopiero da wysiłek aljantów, uczyniony w tym kierunku.

Jakież więc wnioski należy wyciągnąć z powyższego przeglądu zużycie amunicji w okresie wojny roku 1914—1918?

Przedewszystkiem co się tyczy sprzętu artyleryjskiego, to oczywista, że państwo zaangażowane w wojnę musi w pierwszym rzędzie bazować się na ilości już posiadanych dział, pod warunkiem jednak dostatecznego zaopatrzenia ich w amunicję.

Należy zauważyć, że nowy sprzęt, będący w wykonywaniu, wejdzie do linji dopiero po pewnym czasie po rozpoczęciu wojny, przyczem użycie jego stanie się wydajnem dopiero w chwili zaopatrzenia w dostateczną ilość amunicji, co przy fabrykacji nowego typu amunicji napotykać będzie początkowo na pewne trudności.

Trzeba się bezwzględnie liczyć z faktem, że rezultaty studjów i prób nad sprzętem artyleryjskim każą naogół dość długo na siebie czekać.

Gen. Gascouin pod tym względem pisze:

„...realizacja sprzętu artyleryjskiego jest powolna. Nawet przy najlepszej woli, połączonych środkach własnych i sprzymierzeńców, przy potężnym przemyśle, przez lata całe jest się niewolnikiem sprzętu, z którym rozpoczęło się wojnę".

„Jedynie w fabrykacji amunicji istniejących typów możliwe są realne sukcesy".

Co się tyczy amunicji, to widocznem jest, że potrzeba ją posiadać w dostatecznej ilości. Zapasy mobilizacyjne powinny wystarczyć tak długo, dopóki przemysł nie zapewni dostatecznej produkcji.

Przytoczone w niniejszym artykule liczby pozwalają zorjentować się w miesięcznym zapotrzebowaniu amunicji, przyczem, w/g autora, należy przyjąć za podstawę do obliczeń zużycie amunicji w wojsku francuskiem w roku 1918, t. j. z okresu ofensywy armij sprzymierzonych, ponieważ operacje te wymagają więcej amunicji, aniżeli defensywa.

Trudno jest już obecnie dokładnie przewidzieć, jaki będzie charakter przyszłej wojny europejskiej, wydaje się jednak najprawdopodobniejsze, iż będzie to wojna, w której sprzęt artyleryjski musi odegrać dużą rolę. Jest to rodzaj wojny bardzo kosztowny, gdyż wymaga wielkiej ilości amunicji. Wojna ta będzie tem kosztowniejsza, jeżeli

wojsko danego państwa będzie kierowane duchem ofensywy; stąd wynika konieczność posiadania wielkich zapasów mobilizacyjnych.

Z pośród dwóch przeciwników ten, który w początku wojny będzie posiadał większy potencjał środków materjalnych, bezwątpienia zdoła narzucić korzystny dla siebie charakter operacyj wojennych stronie przeciwnej; rola ognia artylerji, a więc amunicji, będzie tu miała bardzo duże znaczenie.

REVUE D'ARTILLERIE — VIII—IX, 1935 r.

Wyrób amunicji artyleryjskiej w okręgu Toul w roku 1914—1918. płk. Devé.

W końcu sierpnia 1914 nastąpiła stabilizacja frontu zachodniego, a w związku z tem rozpoczęła się wojna przemysłowa. Obie strony zdążyły już w tym krótkim okresie czasu prawie wyczerpać swoje zasoby amunicji artyleryjskiej, podczas gdy tempo zużycia pocisków znacznie przekroczyło zdolność produkcyjną przemysłu. (We Francji amunicję produkowały prawie wyłącznie zakłady artyleryjskie). Jednocześnie z brakiem amunicji wojsko francuskie odrazu odczuło brak artylerji dalekonośnej. Powstała więc konieczność natychmiastowego przystąpienia do fabrykacji dział dalekonośnych oraz do fabrykacji wielkiej ilości amunicji, stało się bowiem rzeczą oczywistą, że ten z przeciwników, który pierwszy opanuje to zadanie, będzie zdolny do decydującego natarcia.

Z pośród wszystkich twierdz francuskich największy Warsztat Naprawczy Sprzętu Artyleryjskiego posiadał Toul, lecz pomimo to już od połowy sierpnia 1914 r. ilość zamówień napływających znacznie przekroczyła zdolność produkcyjną tego warsztatu. Zaczęto więc szukać poddostawców nazewnątrz, u których lokowano na początku drobniejsze roboty kowalskie, ślusarskie i tokarskie. Wkrótce ilość tych zamówień wzrosła tak znacznie, że zaszła konieczność stworzenia specjalnego biura dla ich regulowania. Oto niektóre z pośród tych zamówień:

Łoża okólne dostosowane do obrony przeciwlotniczej.

Obręcze do kół 120 i 155 m/m.

Bomby 80 m/m dla artylerji okopowej.

Granaty ręczne.

Przystosowanie łóż dział morskich do strzelań w terenie i t. p.

Jak widać z powyższego, niektóre z tych zamówień wymagały dość skomplikowanych uprzednich studjów.

Zamówienia na obręcze kół były dane różnym zakładom metalurgicznym, położonym w rejonie Toul, a dostatecznie wyposażonym do tego celu.

Wyrób granatów ręcznych został powierzony służbie saperów, która ze swej strony równolegle z Warsztatem Naprawczym Sprzętu Artyleryjskiego w Toul uskuteczniała swe zaopatrzenie w sprzęt saperski w miejscowych fabrykach.

Zagadnienie przystosowania łóż dział morskich do strzelania naziemnego należało do najpilniejszych.

Do Toul nadeszło wkońcu września 8 dział 164 m/m, cztery zaś inne działa tego samego kalibru przeznaczone były do rejonu Nancy. Oprócz tego działa morskie 138 m/m wysłane były do Verdun. Działa powyższe posiadały łoża, pozwalające na strzelanie pod kątem podniesienia max. do 15^0, co odpowiadało donośności 11.800 m; podczas gdy lufy mogły być wykorzystane dla osiągnięcia donośności do 18 klm.

Co się tyczy amunicji, do tych dział, to ilość jej wynosiła zaledwie 500 strzałów na działo, przyczem były to pociski półpancerne, a więc bardzo drogie, lecz zato mało skuteczne dla większości przewidywanych celów. Prócz tego była b. nieznaczna ilość pocisków żeliwnych, których przedwczesne wybuchy spowodowały zniszczenie wielu luf. Zresztą na początku listopada 1914 wogóle zabrakło już amunicji 164 m/m i 138 m/m; należało więc zaprojektować nowe typy pocisków, a następnie zacząć ich fabrykację.

Tymczasem w październiku sytuacja rejonu Toul stała się b. poważną. Zapasy amunicji zmagazynowane w fortecy były prawie wyczerpane, albowiem amunicja, przeznaczona dla Toul, była stopniowo przekazywana oddziałom na froncie. Ten stan rzeczy zmusił dowódcę rejonu do wydania rozkazu niezwłocznego zorganizowania fabrykacji amunicji w zakładach, położonych w rejonie Toul, jakkolwiek przeważnie zniszczonych lub nieczynnych. W pierwszym rzędzie należało niezwłocznie przystąpić do fabrykacji pocisków 95, 120, 155, 220 m/m, a przedewszystkiem amunicji dla dział morskich.

Celem zorganizowania powyższego zadania przystąpiono do inspekcji miejscowych zakładów. Zaraz na wstępie dyrekcje zakładów w Pont - à Moussen i Frouard wyraził pełną gotowość przystąpienia, nawet bez uprzedniego otrzymania zamówienia, do prac przygotowawczych, a przedewszystkiem do wytworzenia odpowiedniego gatunku żeliwa.

W tym celu, po otrzymaniu z Warsztatu Naprawczego paru po-

cisków, jako modeli, odlano pociski próbne, które poddano próbie fragmentacji. Jednocześnie należało opracować rysunki konstrukcyjne pocisków oraz warunki techniczne na nie.

Dnia 26 października delegowano odpowiedni personel do Creusot, Lyonu, Bordeaux i Paryża. W Creusot otrzymano dane dotyczące fabrykacji pocisków żeliwnych, paskowania oraz narzędzi i przyrządów, służących do fabrykacji, jak również i odnośne warunki techniczne. Z temi danemi powrócił delegowany oficer do Toul, i przystąpiono niezwłocznie do pracy. Inny oficer został delegowany do Lyonu i Bordeaux, skąd przywiózł dane, dotyczące prób odbiorczych pocisków, oraz dokumentacje odnośnie fabrykacji pocisków z żeliwa stalistego. Przywiezione dokumentacje pozwoliły w ciągu 10 dni uruchomić odlewnie.

Już 17 listopada odbyło się próbne strzelanie z wynikiem dodatnim pierwszych 8 pocisków 155 m/m, wykonanych w Foug, przyczem ciśnienie próbne zostało zwiększone o 10% powyżej normalnego.

Obróbka mechaniczna pocisków odlewanych w Foug została uruchomiona w dwóch firmach w Luneville, jakkolwiek obie naskutek bombardowania w sierpniu były w połowie zniszczone. Sprawdziany wspomniane firmy otrzymały z Toul. W ten sposób zmontowano produkcję, wynoszącą 2.000 pocisków dziennie.

26 listopada odbyło się próbne strzelanie pierwszych pocisków z żeliwa zwykłego 95 m/m, które również dało wynik dodatni.

W tym samym czasie zaangażowano w Bussy, koło Joinville, firmę „Capitaine-Gény" do fabrykacji granatów stalożeliwnych, których to owa firma wykonała około 300.000. Ta sama firma podjęła się wykonywać odlewy stalowe, niezbędne dla adaptacji łóż dział morskich do strzelań naziemnych.

Ostatecznie więc w końcu listopada 1914 r. organizacja fabrykacji rejonowej została zakończona, i dnia 5 grudnia 1914 r. odbyło się w Nancy posiedzenie przemysłowców oraz czynników wojskowych, na którem omówiono zasady, na jakich miała być oparta dalsza współpraca.

Władze wojskowe okręgu Toul wysunęły następującą koncepcję:

Wychodząc z założenia, iż sytuacja różnych fabryk lotaryńskich jest różna, jak również, iż nie może być porównywana z sytuacją fabryk w centrum Francji, nie można przeto stosować dla wszystkich fabryk jednakowych zasad przy udzielaniu zamówień, czyli nie można stosować dla wszystkich fabryk jednakowych cen za te same przed-

mioty. W tym celu władze wojskowe zaproponowały, ażeby uważać surowiec (paliwo), jako materjał podlegający rekwizycji, za który zapłata miałaby nastąpić po wojnie. Przemysłowcy będą mieli prawo reklamować tych wszystkich byłych swoich pracowników, których odnalezienie jest możliwe. Zarząd Fabrykacji Okręgowej uzupełni przemysłowcom potrzebnych robotników. Fabryki zorganizują kuchnie dla robotników zmilitaryzowanych, o ileby w pobliżu nie było odpowiedniej jednostki wojskowej. Zmilitaryzowani robotnicy, zatrudnieni w fabryce, złożyliby swą broń w magazynach fabryki, a ci z pośród robotników, którzyby nie odpowiedzieli stawianym wymaganiom, zostaliby wysłani na front. Wobec położenia fabryk w bezpośredniej bliskości frontu, oficerowie i szeregowi, przydzieleni do fabryk, będą w razie potrzeby natychmiast wezwani na swe stanowiska bojowe.

Robotnicy cywilni, jak również i wojskowi, będą pracowali na premje, przyczem wojskowi oprócz wyżywienia i mieszkania otrzymają resztę z zarobionej premji oraz 1 franka dziennie. Pracownicy cywilni będą otrzymywali normalne stawki pokojowe, zmniejszone o 20% na korzyść ofiar wojny. Te same obciążenia ponoszą również pracownicy umysłowi.

Przedmioty zamówione będą odbierane przez odbiorców wojskowych Fabrykacji Rejonowej przy pomocy własnych sprawdzianów odbiorczych.

Po ustaleniu powyższych zasad, z dniem 11 grudnia 1914 r. została utworzona Dyrekcja Fabrykacji Okręgowej w Toul. Biura Dyrekcji mieściły się w Sztabie artylerji fortecznej Toul, a celem uspokojenia dostawców odnośnie formalistyki urzędowej, zostały wywieszone przy wejściu do Biur Dyrekcji F. O. następujące napisy: „Oficerowie są tam delegowani, ażeby załatwiać powierzone im sprawy w myśl zasad zdrowego rozsądku, a nie żeby z niemi walczyć w imię przestrzegania przepisów administracyjnych".

1 stycznia 1915 r. został wysłany meldunek do generała Joffre'a i do Ministerstwa Spraw Wojskowych, zawiadamiający, iż fabryki lotaryńskie są przygotowane do przyjęcia wielkich zamówień na pociski z żeliwa zwykłego.

W tym samym czasie Warsztat Naprawczy w Toul otrzymał z Paryża najnowsze warunki techniczne na pociski z żeliwa stalistego, co umożliwiło uruchomić ostatecznie produkcję tego rodzaju pocisków w Foug.

20 stycznia 1915 r. dowódca artylerji fortecznej meldował do

Ministerstwa o stanie zamówień bieżących oraz prosił o nowe zamówienia na pociski z żeliwa zwykłego, któreby umożliwiły przeszkolenie większej ilości personelu robotniczego, zwiększenie urządzeń potrzebnych do fabrykacji oraz przygotowały stopniowo przejście do produkcji pocisków z żeliwa stalistego.

W końcu stycznia wysiłki Dyrekcji Fabrykacji Okręgowej osiągnęły pełny sukces. Przemysłowcy wielkich odlewni lotaryńskich zrozumieli, że w danym wypadku idzie o możliwie szybkie uzupełnienie potrzebnej dla frontu amunicji, to też dzięki wielkiemu nakładowi pracy i dobrej woli już w ciągu dwu miesięcy osiągnięto uruchomienie zarówno produkcji pocisków z żeliwa zwykłego, jak również i produkcję wielu kalibrów pocisków z żeliwa stalistego.

Niestety, Ministerstwo, mające widocznie mniej zaufania do inicjatywy Toul, w ciągu trzech miesięcy nie dało zamówień.

W końcu lutego zarządzeniem Ministerstwa wspomniane uprzednio zasady współpracy z przemysłem zostały cofnięte i od tej pory fabryki okręgu Toul zostały zrównane pod względem ich traktowania z fabrykami wewnątrz Francji, a zamówienia miały być wydawane odtąd centralnie. Powyższe zarządzenie niwelowało wszelkie korzyści, jakie wynikały z uprzednio wspomnianych zasad współpracy Dyrekcji Fabrykacji Okręgowej z przemysłowcami.

Pierwsze zamówienia z Ministerstwa wpłynęły dopiero w marcu. Poczynając od tej chwili, produkcja odlewni w Foug ze 100 pocisków 155 mm, w kwietniu wzrosła do 2.300 sztuk dziennie w grudniu 1915 r., dając około 150.000 pocisków w ciągu 8 ostatnich miesięcy. Niezależnie od powyższego fabryka ta produkowała również pociski kalibrów 95, 120 i 220 mm. Produkcja ta mogła była się rozpocząć w tym tempie trzy miesiące wcześniej, gdyby we właściwym czasie wpłynęły zamówienia z Ministerstwa. Oprócz w. w. pocisków z żeliwa zwykłego fabryka w Foug opanowała w ciągu lutego wyrób pocisków z żeliwa stalistego i otrzymała pierwsze zamówienie na 20.000 sztuk.

Równolegle z postępami odlewni w Foug szła praca w odlewni Frouard. W lutym 1915 r. odbyło się pierwsze strzelanie próbnych pocisków morskich 164 mm z żeliwa stalistego, zaprojektowanych przez inż. Gatarda. Pociski te umożliwiły zwiększenie donośności działa o 2.5000 m. przy jednoczesnem zwiększeniu ładunku materjału wybuchowego o 40%. Strzelanie w Gâvre przy ciśnieniu 2.050 kg/cm^2 dało donośność 17.600 km. Przy próbach na wytrzymałość ciśnienie wynosiło 2,785 kg/cm^2— przyczem wyniki otrzymano całkowicie zadowalające.

Dalsze wyniki, osiągnięte z pociskami 164 mm, umożliwiły szybkie zrealizowanie fabrykacji pocisków morskich 138 mm i 240 mm. Zamówienia na te pociski były podzielone pomiędzy odlewniami Frouard i Foug.

Pełny sukces Fabrykacji Okręgowej znalazł wyraz w oświadczeniu Ministerstwa, które stwierdziło, że „bez wydatnego współdziałania fabryk lotaryńskich zaopatrywanie wojska w amunicję napotkałoby na duże trudności".

W końcu marca 1915 r. stan zamówień i wydajności uruchomionych fabryk okręgu Toul wynosił: 40.000 pocisków z żeliwa zwykłego kalibrów 95, 120, 155 i 220; 15.000 pocisków typu *D* kalibru 120 mm, oraz zamówienia na pociski stalo-żeliwne 164 mm.

Po trzech miesiącach produkcja została zwiększona czterokrotnie. W listopadzie 1915 r. jedna tylko fabryka w Foug odlewała dziennie 3.000 pocisków dużych kalibrów, a wszystkie fabryki razem produkowały około 5.000 szt. pocisków dziennie.

Ciekawie przedstawia się zestawienie produkcji amunicji w okręgu Toul z produkcją pozostałej części Francji. Otóż w styczniu 1915 r. dzienna produkcja całej Francji wynosiła 50 pocisków 155 mm oraz 2000 pocisków różnych kalibrów poza kalibrem 75 mm. W lipcu odnośne liczby wynosiły 2.900 i 20.000, co naturalnie w wysokim stopniu należy przypisać współpracy fabryk lotaryńskich.

Dla charakterystyki wielkości produkcji samych tylko pocisków z żelaza stalistego, można przytoczyć następujące liczby.

Do końca wojny jedna tylko odlewnia w Foug wyprodukowała 5.742.423 pocisków 22 różnych kalibrów o łącznym ciężarze 196.112 tonn.

Towarzystwo Hauts Fourneaux et Fonderies de Pont à Mousson wspólnie ze stowarzyszonemi odlewniami wyprodukowało w czasie wojny 7.547.153 pociski o łącznym ciężarze 258.980 tonn, co stanowi około 10% całkowitej produkcji Francji.

Jednocześnie zaznaczyć należy, że odlewnie w Foug i Frouard szkoliły personel dla całego szeregu innych fabryk, produkujących pociski stalożeliwne.

Ogółem pod kontrolą Dyrekcji Fabrykacji Okręgowej w Toul pracowało 40 fabryk w Lotaryngji i Wogezach, które oprócz produkcji pocisków żeliwnych i stalożeliwnych wyrabiały wszelkiego rodzaju blachę na jaszcze artyleryjskie, czołgi, samochody, oraz drut kolczasty, stal pociskową i t. p. materjały.

Wnioski:

Analizując plan mobilizacyjny francuski z 1914 roku, trudno jest zrozumieć dziś, dlaczego przewidywano dla a. p. 75 mm tylko po

1250 strzałów, skoro działo to posiada szybkostrzelność około 20 strzałów na minutę i jest w możności wystrzelać te 1200 pocisków w ciągu jednego dnia przy szybkostrzelności 8 strzałów na minutę (zamiast 20). Ten brak przewidywania odnośnie zapotrzebowania amunicji mógłby się skończyć dla Francji fatalnie, gdyby Niemcy nie popełniły tego samego błędu. Jeżeli Francja jednak wygrała wojnę, to zawdzięcza to umiejętnemu zaimprowizowaniu mobilizacji przemysłu, czego plan mobilizacyjny nie przewidywał.

Historja fabrykacji okręgu Toul jest tylko fragmentem wspomnianej improwizacji przemysłu, stanowi ona jednak dowód, jak dużo może zrobić śmiała i szybka inicjatywa, i jak w danym wypadku decentralizacja osiągnęła pozytywne wyniki.

Fakt, że władze centralne nie były w możności natychmiast zaopatrzyć w amunicję armij na wschodzie, i że należało niezwłocznie zaimprowizować to zaopatrywanie przy pomocy stworzenia organizacji okręgowej, dowodzi niezbicie o konieczności istnienia tego organizmu.

Niezależnie od dobrze zorganizowanej mobilizacji przemysłu, byłoby rzeczą wielce pożądaną, ażeby każda armja, lub pewna grupa armij, posiadała własną służbę techniczną, znającą doskonale możliwości danego rejonu, któraby mogła rozdzielać, wg. ogólnych dyrektyw Władz Centralnych, zamówienia w danym rejonie.

Taka decentralizacja umożliwiłaby bezwątpienia przyśpieszenie zaopatrzenia wogóle, omijając długą drogą przez Władze Centralne, które z natury rzeczy odznaczają się dużą bezwładnością. Szybkość dostawy, która w czasie pokoju jest na drugim planie, przechodzi na pierwsze miejsce w czasie wojny.

Zorganizowanie Okręgowej Fabrykacji w Toul spełniło w zupełności w okresie pierwszych trzech miesięcy powyższe zadanie i może służyć w tym względzie przykładem do naśladowania. Okręgowa Fabrykacja w Toul nietylko uruchomiła produkcję materjału uzbrojenia, lecz jednocześnie przeprowadziła studja i zaprojektowała cały szereg materjałów nowych jak: broń okopowa oraz amunicja do niej, granaty ręczne, łoża do strzelań przeciwlotniczych, adaptacja dział morskich do strzelań naziemnych, konstrukcja nowych typów pocisków artyleryjskich.

Powyższa fabrykacja i studja były kierowane przez zaimprowizowany personel inżynierów wojskowych, którego skład był zupełnie przypadkowy. Byłoby więc bardzo pożądanem, ażeby armje posiadały własny personel techniczny specjalnie w tym celu przydzielony.

M. D.

SPRAWOZDANIA I RECENZJE.

Meldunek gen. Aleksiejewa o stanie amunicji w 1916 r. w Rosji.

Kwestja uzbrojenia wojska podczas wojny w działa, karabiny i karabiny maszynowe, będąc niezmiernie ważną, nie jest jednakże o tyle skomplikowana, jak kwestja dostarczania armjom potrzebnej ilości amunicji.

Działa i karabiny znajdują się w czasie pokoju w oddziałach w ilości prawie zupełnie odpowiadającej stanowi wojennemu. Dla nowych formacyj przechowuje się w składach potrzebną ilość dział i karabinów. W czasie zaś wojny pozostaje uzupełnienie ewentualnych strat — co wymaga naturalnie dużego wysiłku, jednak nie jest tak groźne, jak kwestja zaopatrzenia wojska w amunicję. Zaznaczyć trzeba, iż mając potrzebną ilość dział i karabinów, żadne państwo nie posiada w czasie pokoju potrzebnej dla nich ilości amunicji.

Rosja, która wyszła na wojnę światową z b. małą ilością ciężkiej artylerji i poniosła następnie olbrzymie straty w swojej artylerji podczas walk w Prusach Wschodnich, dała sobie radę i doprowadziła artylerję do stanu wymaganego. Znacznie gorzej stała sprawa z karabinami, jednak w 1916 r. i te trudności były usunięte.

Jedynie co było wprost groźne — to była kwestja amunicji. Jeżeli niepowodzenia roku 1915 i olbrzymie straty w ludziach Rosjanie *w dużej mierze* kładą na karb braku amunicji, to załamanie ofensywy Brusiłowa tłumaczy się *jedynie* brakiem amunicji w chwili ich największych sukcesów.

Niezmiernie wielki rozchód amunicji w wojnie współczesnej wymaga nadzwyczajnych wysiłków w zaspokojeniu potrzeb wojska,

wymaga mobilizacji przemysłu prywatnego, budowy nowych fabryk i t. d.

Jednakże uruchomienie fabryk nie rozwiązuje jeszcze kwestji: potrzeba maszyn, brak stali narzędziowej, brak wykwalifikowanego personelu, materjałów, transportu — mogą zupełnie zniweczyć najlepsze posunięcia strategiczne i świetną ofenzywę zamienić w katastrofę.

Przytoczone poniżej sprawozdanie szefa sztabu rosyjskiego, generała Aleksiejewa z dnia 15. czerwca 1916. r., przedstawione carowi Mikołajowi II. w chwili największych sukcesów armji Brusiłowa, ilustruje cały tragizm zagadnienia amunicyjnego. Czytając ten zwięzły i suchy meldunek, czytelnik widzi, jak często, zdawałoby się drobne przyczyny, wpływają na wyniki tych krwawych dramatów, jakiemi są współczesne bitwy.

Fabryka państwowa posiadająca wielkie doświadczenie w wyrobie amunicji, potrzebny personel, maszyny i materjał, musi stanąć z powodu braku ropy, zresztą kupionej i oczekującej tylko kolejki na wysłanie.

W innej fabryce wysłanie gotowych pocisków zahamowuje się z powodu braku materjałów na osłony detonatorów. Amunicję karabinową zatrzymuje się z powodu braku metalu do miseczek kapiszonów.

Jeszcze inna fabryka unieruchamia się z powodu zużycia się maszyn. Pozatem przemęczenie personelu, strajki, brak fachowców techników — wszystko to wychodzi na arenę to w jednem, to w drugiem miejscu i w sumie wywołuje zdenerwowanie w sztabach, rozgoryczenie na pozycjach, osłabienie ducha w żołnierzu, utratę wiary w zwycięstwo i ewentualnie — katastrofę.

Czytając te pełne grozy fakty, staje się zupełnie zrozumiałym tragiczny finał wojska rosyjskiego.

Niezmiernie ciekawemi i pożytecznemi mogą być dla nas liczby miesięcznego zapotrzebowania amunicji, wyliczone na zasadzie doświadczeń dwóch lat wojny.

Biorąc pod uwagę, iż przyszła wojna pociągnie za sobą jeszcze większy rozchód amunicji, a to z powodu większej „mechanizacji" armij, zrozumiałym się staje ten ogrom pracy tak niezmiernie odpowiedzialnej, która leży na barkach przemysłu wojennego i służby uzbrojenia.

„WASZA CESARSKA MOŚĆ!

„Ostatnie nasze operacje przeprowadzamy prawie stale w warunkach ataku mocno ufortyfikowanych pozycyj. Wobec mocy współ-

czesnych polowych fortyfikacyj, posiadających w wielu miejscach schrony betonowe, zniszczenie nieprzyjacielskich okopów może być wykonane jedynie przez granaty 4,8"; 6" i większych kalibrów. Dlatego też posiadanie przez armję dostatecznej ilości ciężkiej artylerji, zabezpieczonej w amunicję, ma olbrzymie znaczenie. W czasie trwania obecnej wojny sformowano u nas wiele ciężkich bateryj, wskutek czego posiadamy w armjach do 800 szybkostrzelnych 4,8" haubic, około 350 szybkostrzelnych 6" haubic i do 450 6" armat starych wzorów, nie licząc ciężkich armat innych kalibrów.

Niestety, zaopatrzenie ciężkiej artylerji w pociski dotychczas nie stoi na należytym poziomie. Na froncie północnym są tylko nieznaczne najniezbędniejsze zapasy. Na froncie zachodnim amunicji dla ciężkich dział starczy, w razie intensywnego boju z forsowaniem należycie ufortyfikowanej strefy pozycyj nieprzyjacielskich, na kilka dni, poczem nastąpi całkowity brak ciężkiej amunicji, uzupełnić którą przy stosunkowo znikomej miesięcznej podaży z Dep. Artyl., jest rzeczą zupełnie niemożliwą.

Wreszcie — na froncie południowo-zachodnim wystrzelano w ciągu ostatnich walk wszystko, co tam było; na uzupełnienie posłano śpiesznie z frontu północnego z pewnym uszczerbkiem dla tego ostatniego 15.000 strzałów — 6", 10.000 — 4,8" i 1000 — 6" haubic. Dla tego wyłącznie frontu wysyłamy obecnie wszystkie sformowane ciężkie parki.

W listopadzie roku zeszłego miesięczne zapotrzebowanie amunicji wynosiło: 100.000 strzałów 6" haub. i 200.000 strzałów 4,8" haub. Od tego czasu, armje otrzymały dużo 4,8" i 6" dział, wskutek czego potrzeba pocisków do nich znacznie się zwiększyła. Biorąc pod uwagę ogólną ilość 4,8" i 6" dział, znajdujących się w chwili obecnej na uzbrojeniu naszych armij, jak również średni rozchód amunicji wg. doświadczeń naszych operacyj bojowych, trzeba liczyć, iż musimy otrzymywać miesięcznie 300.000 — 4,8" i 225.000 — 6" strzałów.

W sprawie niezbędności powiększenia dostarczania amunicji dla ciężkiej artylerji, chociażby do ilości wymaganej w listopadzie roku zeszłego, były skierowane natarczywe prośby do ministra wojny i szefa artylerji i uzbr., prośby te jednak nie doprowadziły do skutków pomyślnych. Jak dawniej do dział 4,8" otrzymujemy 90, rzadko 100 tysięcy na miesiąc, a podaż 6" strzałów nawet zmniejszyła się z 40 do 30 tysięcy w ostatnim miesiącu.

W armjach generała Brusiłowa zauważono ogromny brak 3 lin. karabinowych naboi, co poniekąd zatrzymało rozwój naszej ofensywy.

Dla frontu południowo-zachodniego trzeba dać jednorazowo 10—15 miljonów naboi karabinowych, żeby zadowolić wszystkie zapotrzebowania i mieć mały zapas, a oprócz tego co dzień należy dosyłać 3—4 milj. tych naboi.

Do rozporządzenia gen. Brusiłowa idą wszystkie naboje, które wyrabiają nasze fabryki, co daje codziennie 3—4 milj. naboi karabinowych. Jednakże więcej wziąć niema skąd, albowiem zapasy frontów północnego i zachodniego są znikome. Nie licząc kompletu, który mają oddziały, północny front posiada tylko 20 a zachodni 35 miljonów naboi, i wydzielenie z nich 10 milj. naboi dla potrzeb frontu południowo-zachodniego jest rzeczą ryzykowną.

W stosunku do innej amunicji nasze armje nie odczuwają braków tak ostro, jak amunicji wyżej wymienionej; jednakże podaż ich, jak to zresztą widać z tablicy, jest o wiele mniejsza od ilości niezbędnej dla rozwinięcia operacyj ofensywnych na frontach.

TABELA.

nazwa amunicji lub działa	potrzeba miesięcz. wg. oblicz. z listopada 1915.	projektow. wysyłać przez Min. Wojny w maju 1916.	dostarczono faktycznie w maju 1916.	potrzeba mies. wg. doświadcz. ostatn. walk na froncie połudn.-zach.
3″ szrapnele	1.600.000	2.218.775	930.000	2.000.000
3″ granaty	800.000	1.891.060	960.000	2.000.000
3″ górskie granaty	65.000			150.000
3″ górskie szrapnele	135.000	103.860	100.000	150.000
japońskie polowe Arisaka	—	—	30.000	140.000
4,2″ szybkostrzelne	50.000	54.000	25 000	40.000
4,2″ w z. 1877 r.	—	—	45.000	50.000
3″—karabiny	250.000.000	264.000.000	110.000.000	250.000.000

Uwaga: za czas od 1. stycznia do 1. czerwca 1916. r. dostarczono w stosunku do obietnicy ministra wojny 3" amunicji tylko 30%, a innej działowej i karabinowej amunicji tylko 40—50%.

Przy takich warunkach traci się nadzieję na powodzenie rozpoczętej przez nas operacji (mowa o ofensywie Brusiłowa).

Potrzebne są energiczne, natychmiastowe zarządzenia i nadzwyczajne napięcie wszystkich wysiłków, żeby zabezpieczyć armjom dostarczenie amunicji.

Minister wojny i gen. Manikowski (szef Dep. Art. i Uzbr.) zakomunikowali, iż wszystkie środki są przedsięwzięte, jednak nie osiągną one celu, z powodu różnych przeszkód, które leżą po za wolą bezpośrednich wykonawców, a mianowicie:

1. Transport.

W obecnym czasie niema ani jednej dziedziny w życiu państwowem i społecznem, gdzieby nie odczuwano wstrząśnień z powodu braku środków transportu.

Fabrykom, pracującym na obronę, udziela się środków transportu z wyjątkowemi ulgami i ze zrozumiałym uszczerbkiem dla innych. Jednakże nawet najwięcej protegowane rządowe fabryki nie otrzymują wszystkiego niezbędnego dla nich opału, metali i t. d., które dawno już były zamówione i przygotowane, tylko nie mogą być dostarczone i leżą miesiącami w oczekiwaniu na wagony.

Przy obecnej produkcji fabryk Dep. Artylerji i Putiłowskiej — zapasów opałowych i metali starczy tylko na kilka dni. Generał Manikowski napróżno stara się zapobiec zatrzymaniu Ługańskiej fabryki nabojów karabinowych, dla której trzeba natychmiast dać chociażby minimalną ilość ropy, która jest kupiona, gotowa i czeka kolejki wysłania z Baku. Obuchowska fabryka Ministerstwa Marynarki bardzo odczuwa brak opału i metali. Prywatne zaś fabryki są w warunkach niepomiernie gorszych, często wprost katastrofalnych.

Biorąc średnio, fabryki pracujące dla obrony otrzymują tylko 50—60% potrzebnego dla nich transportu, a dla rejonu Piotrogrodzkiego zamiast 18½ miljonów pudów, wg. oświadczenia ministra komunikacji, można przewieźć tylko 8 miljonów.

Przy takich warunkach nie tylko nie można myśleć o zwiększeniu produkcji fabryk, lecz trzeba będzie obecną pracę nawet zmniejszyć.

2. Metale.

Ostatniemi czasy obserwuje się „głód metalowy" na rynku światowym.

Wszystkie bez wyjątku pracujące dla obrony fabryki odczuwają brak metali.

Oprócz ogólnych przyczyn braku metali na rynku światowym, wyjątkowych trudności dostarczania ich do Archangielska i dalej do Rosji, obecny kryzys tłumaczy się złą organizacją wydobywania metali w Rosji.

Mamy nieprzebrane bogactwa rudy, węgla i t. d., jednakże w Donieckiem zagłębiu z 63 wielkich pieców zgaszono 17, i jak się okazało z tego powodu, iż nie mogą dostać węgla (znajdującego się w tym samym rejonie) i otrzymać kilku tysięcy rąk roboczych.

Minister Handlu i Przemysłu oświadczył, iż przemysł pracujący dla obrony otrzyma tylko 50% potrzebnego metalu. Przy takiem tragicznem położeniu, naturalnie nie można liczyć na powiększenie podaży amunicji.

Według oświadczeń gen. Manikowskiego, fabryka Iżewska i fabryki naboi karabinowych „wyrabiają ostatnie funty stali narzędziowej", a fabryki kapiszonów nie są w możności otrzymać metalu dla wyrobu kapiszonów do naboi karabinowych.

Kwestja metali niepokoi również i Nadzwyczajną Radę Obrony przy Radzie Ministrów. Kwestja ta została oddana do specjalnego „Komitetu Metalowego" generała Myszłajewskiego. Możliwe, iż Komitet ten poprawi nieco sprawę, jednak, jako urząd kolegjalny, wątpię, czy przyniesie jakąkolwiek korzyść w najbliższej przyszłości. Minister wojny jest zdania, że „wielkiej nadziei na rozwiązanie zagadnienia metalowego tymczasem niema".

3. *Robotnicy.*

Fabryki, pracujące na obronę, przeżywają ciężki kryzys z robotnikami. Ruch strejkowy ciągle wzrasta, zbrodnicza propaganda prowadzi swoją zabójczą robotę — osobliwie na tak wdzięcznym terenie, jak brak produktów i drożyzna przedmiotów pierwszej potrzeby.

Ilość robotników ciągle się zmniejsza, co w związku z propagandą pociąga za sobą niedopuszczalne zwiększone wymagania robotników i jako rezultat — nieprzerwany szereg strajków, wskutek czego niemożliwe jest powiększenie produkcji fabryk.

4. Obstalunki zagraniczne i waluta.

Dla artylerji porobiono liczne obstalunki zagranicą, lecz trudności w transporcie (ciężka zima na Morzu Białem) zatrzymały przybycie ich do Archangielska, część zaś zginęła od min. Nieotrzymanie zamówionych dużych pras ciężko odbiło się na produkcji fabryk.

Powiększyć obstalunki — trudno z powodu braku waluty; wg. oświadczeń naszego przedstawiciela w Anglji gen. Hermonjusa, główne obstalunki nie mogą być uskutecznione z powyższej przyczyny. W takich warunkach wszystkie wysiłki muszą być skierowane ku rozwojowi przemysłu wewnątrz kraju, bez pokładania wielkich nadziei na sprzymierzeńców.

W tym kierunku pewne środki są już przedsięwzięte. Wydajność naszych fabryk w porównaniu z przedwojenną znacznie się zwiększyła. Tulska fabryka karabinów zamiast 700 karabinów maszyn. rocznie, daje ich 800 miesięcznie i dojdzie do 1000.

Fabryki zapalników zamiast 40—50 tys. miesięcznie, dają 70 tysięcy dziennie; fabryki karabinów zamiast kilku tysięcy miesięcznie — dają 110 tysięcy i t. d.

Departament Artylerji buduje 15 nowych fabryk, z których część rozpocznie produkcję w tym roku. Jednak wszystko to na nic, jeżeli będzie brak opału, metali i robotników.

Oprócz tego odczuwa się brak fachowych artyleryjskich techników, albowiem lepsi z pośród nich komenderowani są do Anglji, Francji, Ameryki i Japonji, a ich i tak było zbyt mało.

Trzeba liczyć się również z przemęczeniem personelu fabryk, wskutek dwuletniej bez przerwy pracy. Obrabiarki są tak zużyte, że na niektórych, np. w Tulskiej fabryce, trzeba było przerwać produkcję na pewien czas, wskutek czego podaż naboi karabin. w czerwcu zmniejszyła się o 5—6 miljonów w stosunku do maja".

(Dalej idą środki zaradcze, które gen. Aleksiejew uważa za niezbędne i prosi o wprowadzenie ich w życie).

E. D. M.

Organizacja i działalność służby uzbrojenia w Stanach Zjednoczonych*). Mjr. R. Marsh. (Army Ordnance 1935 r.)

Ciąg dalszy

Działalność służby uzbrojenia w obszarze tyłowym.

Katalog sprzętu uzbrojenia zestawiony jest w oparciu o klasyfikację grup pokrewnych; zawiera on zbiór ogłoszonych spisów mianownictwa ustalonego, dotyczących wszelkiego sprzętu, amunicji, przyborów, materjałów do czyszczenia i utrzymania i t. p., wydawanych przez Dep. Uzbr. „Spisy mianownictwa ustalonego" (standard nomenclature lists-SNL) dzielą się na grupy A, B. C..., jak wyżej było wskazane (str. 274), w każdej grupie główny przedmiot oznaczony jest numerem 1, 2, 3,... Np. w grupie B, karabin 0,3" ma znak „S.N.L. B-3". Pierwotnie te spisy były zestawione i wydawane jedynie dla użytku Dep. Uzbr. Stanowiły one pewien system ujednostajnionej nomenklatury i zawierały wykazy części wraz z zespołami oraz wyposażeniem; podawane były przy tem znaki sprzętu lub numery rysunków dla wyjaśnienia w razie potrzeby. Umieszczane też były ilości poszczególnych części, stanowiących pewien zespół oraz ilości różnych przedmiotów ekwipunku potrzebnego do działania i utrzymania większych zespołów.

Powyższe spisy mianownictwa ustalonego (katalogi materjałowe) ogłoszone przed 1. VI. 30 r. zawierają: ustaloną nomenklaturę, spis części oraz zespołów i pod-zespołów, spisy przyborów (gdzie są wymagane), komplety części zapasowych (na wypadek zniszczenia lub zużycia), główne części zapasowe dla kompanij naprawczych, tabele składu bateryj i kompanij, przedmioty do nauczania o sprzęcie, ekwipunek dla manewrów, części przyborów, narzędzia naprawcze, wyposażenie w amunicję ćwiczebną (zmniejszonego kalibru), wykaz cen sprzętu, ocenę odszkodowań. Spisy ogłoszone po 1. VI. 1930 r. zawierają wszelkie dane z list poprzednich z uzupełnieniami i w cokolwiek innej postaci.

---

*) W Nrze 32 W. Techn. Uzbr. należy *poprawić* napisy pod rysunkami:

Rys. 1. Ogólna organizacja Biura Szefa Uzbrojenia.

Rys. 2. Przebieg przyjęcia wzorca i jego uzyskanie.

Rys. 3. Rozmieszczenie kompanij służby uzbrojenia w organizacji armji.

Zagadnienie *przechowywania* opiera się na przewidywaniu dostatecznej i odpowiedniej przestrzeni pomieszczenia. We wszystkich magazynach, znajdujących się pod kontrolą Dep. Uzbr. przestrzeni jest nadmiar. Dodatkowe pomieszczenia przydzielone są ponadto Departamentowi Uzbrojenia w magazynach dostawy ogólnej, będących pod kontrolą Dep. Wojny.

Dep. Uzbr. dokonywa inspekcyj składnic zgodnie z ustalonym porządkiem, i pewne ilości sprzętu sprawdzane są regularnie. W wyniku inspekcji, przedmioty niezdatne do użytku, a wymagające naprawy lub zamiany, odsyła się do warsztatów, gdzie dokonywa się napraw w granicach przyznanych kredytów. Pierwszem zadaniem pracy utrzymania jest posiadanie w każdym magazynie uzbr. dostatecznej ilości przedmiotów gotowych do wydania, stosownie do zamierzonych potrzeb roku bieżącego. Ponadto należy posiadać w stanie zdatnym do użytku ilości przedmiotów w poszczególnych magazynach, odpowiadające potrzebom jednego z planów wojennych. Upoważnienia na zmiany w sprzęcie uzyskuje się na podstawie rozkazów, wydawanych przez Biuro Szefa Uzbrojenia pod nazwą „Field Service Modification Work Orders (FSMWO).

Inspekcja amunicji, jej utrzymanie lub odnowienie muszą być traktowane osobno; jest to bowiem czynność ciągła, zwłaszcza w czasie pokoju, niezależnie od tego, czy amunicja znajduje się w magazynach pod bezpośrednią kontrolą Szefa Uzbrojenia, czy w składnicach posterunków pod kontrolą dowódcy jednostki linjowej, czy we władaniu samych oddziałów. W czasie pokojowym amunicja w rękach oddziałów linjowych ograniczona jest prawie wyłącznie do amunicji małokalibrowej, bardzo małe zaś ilości amunicji artyleryjskiej są przechowywane poza magazynami Dep. Uzbr. W czasie wojny inspekcję amunicji prowadzi się w obszarze tyłowym i na terenie operacyjnym w strefie komunikacyjnej; po za tą strefą, gdy amunicja opuszcza magazyn armji, wychodzi zupełnie z pod kontroli i nadzoru Dep. Uzbr., a kontrola jest dokonywana przez same oddziały, mające ją używać. Inspekcja amunicji bywa fizyczna i chemiczna. Amunicja małokalibrowa jest badana bardzo skrupulatnie fizycznie; kontrola ta wykrywa chwiejnie osadzone pociski w łuskach, pęknięte szyjki lub wogóle pęknięcia sezonowe, albo inne wady w łuskach, powstałe na skutek procesów wyrobu oraz wady w osadzeniu spłonek. Amunicja małokalibrowa, która okaże się niezadawalająca, jest zwykle usuwana i, po rozebraniu na części składowe,

rozklasyfikowana. Amunicję artyleryjską typów zespolonych bada się fizycznie na wypacanie się materjału wybuchowego z pocisków i na umocowanie pocisku w łusce; amunicję składaną bada się na wypacanie, korozję dna pocisku i na uszkodzenia pierścieni wiodących. Ładunek miotający tej amunicji bada się fizycznie, celem określenia odsetka zepsutego prochu i chemicznie — na określenie stopnia zmian rozkładu. Proch, który rozłożył się na tyle, że uznany został za niezdatnego do użytku, podlega sprzedaży (idzie na wyrób sztucznej skóry). W obecnej chwili bardzo ważnem zagadnieniem dla Dep. Uzbr. jest ustalenie, w jakim zakresie może być przechowywany proch zepsuty, lecz jeszcze użyteczny ze stanowiska balistyki i bezpieczeństwa. Zapatrywania zaś na wypacanie się materjału wybuchowego z pocisków pod względem ważności tego zjawiska — są różne. Niektóre rodzaje amunicji art. wymagałyby przeróbki ze względu na zabezpieczenie od wybuchów w lufie (znany jest przykład amunicji do hb. 155 mm ze smugową pastylką na dnie — p. str. 207 i zamiana amatolu przez trotyl).

Podstawową jest zasadą, ażeby ilość przedmiotów, przechowywana w poszczególnych magazynach, była utrzymywana na wymaganym poziomie. Odbywa się to dzięki t. zw. „systemowi zaopatrzenia uzbrojeniowego" (Ordnance Provision System) — nazwa niezupełnie odpowiednia. Każde większe przedsiębiorstwo handlowe z biurem głównem i filjami, czy to będzie organizacja cywilna, czy instytucja rządowa, — jeżeli ma wykonywać zadanie wyrobu i rozdziału, zgodnie z wymaganiami sezonowemi zmiennego rynku, — musi poznać jakąkolwiek drogą pewne zasadnicze fakty, ustalane w określonych odstępach czasu lub na żądanie. Po pierwsze, musi ono wiedzieć o stanie zapasów, znajdujących się we władaniu swoich filij (oddziałów), czy poszczególnych przedstawicieli w rozważanej chwili; w wojsku nazywa się to „zapasy w posiadaniu" (on hand). Następnie pożądaną rzeczą jest znać ilość zamówień, spełnionych przez te oddziały od chwili ostatnich raportów lub w ciągu danego czasu (zwie się to „wypływy" — issues). Ponadto należy wiedzieć, jakie ładunki okrętowe zostały przyobiecane przez agencje centralne przemysłowe oddziałom czy przedstawicielom w omawianej chwili, zwane „należności wewnętrzne" (dues in). Należy też znać ilość zamówień niewykonanych, odnotowanych w księgach oddziałów („należności zewnętrzne" — dues out). Wreszcie biuro główne musi znać żądania swych oddziałów lub przedstawicieli, co zwie się „zapotrze-

bowaniami" (demands). Z tego zbioru danych biuro główne czyli centralne może określić prawdopodobne potrzeby, a stąd i produkcję na najbliższy podstawowy okres czasu, oraz zarządzić, w razie potrzeby, inny podział magazynów wśród swoich odziałów pomocniczych, jeżeli spodziewane zamówienia w jednym z nich przekraczają jego pojemność, wskutek zimany pewnych okoliczności. Ten system wewnętrzny, stosowany w obrębie Dep. Uzbr., zapomocą którego wszystkie zakłady służby uzbrojenia są zaopatrywane w zasoby sprzętu i który dostarcza potrzebnych informacyj do Biura Centralnego o stanie dostaw, celem ich uzupełnienia przez przelew lub uzyskanie inną drogą — zwie się właśnie systemem zaopatrzenia uzbrojeniowego. Ma on zastosowanie jedynie pomiędzy Biurem Szefa Uzbrojenia a zakładami lub ich wydziałami, będącemi pod kontrolą szefa uzbrojenia. Składnice uzbr., będące pod kontrolą innych dowódców, jak np. składnice obwodów, departamentów lub stacyj rozdzielczych — uzupełniają swe zapasy w ten sposób jak organizacje (jednostki bojowe).

Ten system zaopatrzenia oparty jest na okresowych meldunkach z zakładów dostawy do Biura centralnego. Meldunki te wykazują zasoby, będące w posiadaniu, wypływy za pewien okres czasu, zobowiązania lub żądania niewypełnione, spodziewane odbiory ze wszystkich źródeł i wreszcie zapotrzebowania na uzupełnienia zapasów i opierają się na 4-ch typach formularzy, zawierających wszelkie pozycje, wykazujące obrót przechowywanemi przedmiotami.

Meldunki z magazynów przechodzą przez ręce dowódcy magazynu i wędrują do Waszyngtonu, gdzie w wydziale dostawy ogólnej Służby Polowej Biura Szefa Uzbrojenia wszystkie takie napływające raporty łączą się w raport ogólny. Opierając się na tych raportach, szef Służby Polowej wydaje odpowiednie polecenia, dotyczące przesunięć z jednego zakładu do drugiego. Gdy zachodzi potrzeba wykonania lub innego uzyskania pewnych przedmiotów, — przekazuje się te zamówienia Służbie Wytwórczości.

Obecnie system ten działa prawie samoczynnie za pomocą kopjowych maszyn Elliot-Fishera, które redukują pracę do minimum i zapewniają wysoki stopień dokładności. W przyszłości zapewne rozwinie się system telefonicznego automatycznego zapisywania meldunków. Centralne Biuro posiada zatem wiadomości zarówno o zasobach ogólnych w całych Stanach Zjedn., jak i o stanie zapasów w poszczególnych składnicach i temi zasobami odpowiednio rozporządza. Omawiany system nadaje się w zupełności jedynie dla urządzeń w obsza-

rze tyłowym; jednak i na obszarze operacyjnym podobna organizacja może mieć zastosowanie, co istotnie zachodziło w czasie wojny światowej i ułatwiało dostawę. (Dowódca oddziałów linjowych może stosować inny, dogodniejszy dla niego, sposób zapisywania obrotów sprzętem).

System rachunkowości majątkowej jest wspólny dla całego wojska i opisany jest w regulaminach. Opiera się on na 3-ch zasadach:

1) Wszelkie tranzakcje finasowe muszą być poparte przez dostateczne pisemne dowody. 2) Ktoś musi być odpowiedzialny za cały majątek w każdej chwili i miejscu, za wyjątkiem obszarów walki w czasie wojny. 3) Należy mieć troskliwą pieczę, aby zapobiegać stratom, zniszczeniu i nieprzydatności, nie pochodzącym od normalnego zużycia w służbie. System rachunkowości majątkowej i system zaopatrzenia uzbrojeniowego służą różnym celom, lecz w magazynach uzbrojenia mają one pewne punkty styczne. W pewnych wypadkach te same dane są potrzebne w obu systemach i te obie funkcje są spełniane jednocześnie przez ten sam personel. Podstawą dla systemu rachunkowości jest kartoteka magazynu.

Przechodzimy do zagadnienia *wydawania.* W czasie pokoju wydawanie jest uskuteczniane wprost do posterunków, obozów i stacyj (posts, camps, stations) na ich zapotrzebowania; wszelka korespondencja w związku z tem odbywa się zwykłą drogą służbową dostawy. Dotyczy to zarówno posterunków w kraju, jak i posiadłości zamorskich. W czasie wojny wydawanie może być uskuteczniane w ten sam sposób, na zapotrzebowania. Lecz z pewnością główna masa wypływów, zwłaszcza dotyczących początkowego wyekwipowania nowo zmobilizowanych sił, będzie dokonywana za pomocą dostaw „kredytowanych" (credits). Jest to poprostu pewna ilość określona przedmiotów zaopatrzenia, oddana do dyspozycji pewnego dowódcy na określony przeciąg czasu; wydaje się ją temu dowódcy na jego żądanie i dostarcza w ilościach i w miejsca przez niego wskazane. Ten system ustanowionych kredytów ma zastosowanie nie tylko w obszarze tyłowym, lecz bywa obszernie stosowany i na obszarze operacyjnym.

Gdy przedmioty dostawy zostają wydane i przechodzą we władanie organizacyj wojennych celem ich użytkowania, zagadnienie ich utrzymania staje się tu ważniejsze niż było wtedy, kiedy przebywały one w składnicach. Utrzymanie jest właściwie czynnością dostawy, ponieważ zwraca dzięki naprawom nieużyteczne przedmioty, nie ob-

ciążając przewodów dostawy żądaniami zastąpienia zniszczonego przedmiotu innym. W obszarze tyłowym obowiązki służby uzbrojenia pod względem utrzymania spełniane są przez kompanje naprawcze uzbr., wydzielone posterunki sł. uzbr., pewne cywilne urzędy i t. p. urządzenia; ponadto oficerowie uzbr. w rejonach korpusów wraz ze swym personelem posiadają małe ruchome jednostki naprawcze, które działają chwilowo w pewnych regularnych odstępach czasu w posterunkach, obozach i na stacjach tam, gdzie personel stały uzbr. nie jest przewidziany.

Jednocześnie Dep. Uzbr. musi spełniać swe czynności *inspekcyjne.* W czasie pokoju mogą być one przeprowadzone co pewien okres czasu. W czasie wojny zapewne będzie zachodziło coś podobnego. Celem inspekcji jest nie tylko stwierdzenie, co jest wadliwego w sprzęcie, lecz i zbadanie, czy organizacje wojskowe stosują należyte metody pielęgnacji wydanego im sprzętu. W wyniku takich inspekcyj, duże ilości sprzętu uzbrojenia bywają skierowywane do naprawy lub do innego przeznaczenia. Inspekcję i czynności pielęgnowania sprzętu spełnia też personel samych organizacyj pod kontrolą swych dowódców; wtedy kompetencje szefa uzbrojenia ograniczają się do technicznego nadzoru i kontroli.

Dep. Uzbr. opiera swój system dostawy *na zamienności.* To znaczy, że wszelki przedmiot, który stał się niezdatny do użytku przez zwykłe zużycie, zostaje zamieniony przedmiotem nadającym się do służby, bez stosowania pisaniny lub innej pracy poza dostarczeniem go do właściwego magazynu uzbr. i przedstawienia do zamiany. Ten system jest w pełnej mierze praktykowany w stosunku do regularnego wojska w czasie pokoju; odnośnie do Gwardji Narodowej, która posiada własne finanse, oparty jest on na innych zasadach. Gdy pewien przedmiot stanie się niezdatny z innych przyczyn niż normalne zużycie, — odpowiedzialność za ten stan określona zostaje w „meldunku oględzin". Przedmiot, niezdatny do użytku z jakich bądź przyczyn, otrzymuje ostateczne przeznaczenie na podstawie świadectwa, zwanego „meldunkiem inwentarzowym", popartym przez oficerów, należących do Dep. Gen. Inspekcji, lub mających podobne uprawnienia odnośnie do określonych klas sprzętu. Przedmiot taki bywa przeznaczony na zniszczenie lub zachowany na sprzedaż jako łom, po usunięciu części jeszcze przydatnych. Ta czynność zakańcza historję danego przedmiotu dostawy.

Do kompletu czynności sł. uzbr. w obszarze tyłowym należą

też prace na poligonie doświadczalnym w Aberdeen. Ta instytucja Dep-tu Uzbr. zajmuje się głównie badaniami i ulepszeniami sprzętu doświadczalnego. Ponadto spełnia tak ważne funkcje, jak próby odbiorcze, badanie stanu zapasowej amunicji, strzelania doświadczalne, określanie danych do obliczenia tabel strzelniczych i t. p.

Dep. Uzbr. musi też wydawać pewne publikacje, co jest wielkiem zadaniem samem w sobie. Jak już było nadmienione, wydaje on katalog sprzętu uzbr. w postaci wykazów mianownictwa ustalonego. Zmiany dokonywane w sprzęcie ogłaszane są w rozkazach Służby Polowej. Następnie Dep. Uzbr. wydaje biuletyny służby polowej, zawierające informacje specjalne o pielęgnowaniu, przechowywaniu, wydawaniu, naprawie, sprzedaży i t. p.; — są one bardzo cennem źródłem wiadomości dla każdego oficera przydzielonego do służby polowej uzbrojenia. Dalej Dep. Uzbr. jest odpowiedzialny za przygotowanie, wydrukowanie i podział tabel strzelniczych, wykresów torów i innych danych dla kontroli ognia wszelkiego sprzętu uzbrojenia. Przepisy techniczne, zawierające wszelkie przedmioty zaopatrzenia układane są w Biurze Uzbrojenia i ogłaszane przez generalnego adjutanta. To samo odnosi się do regulaminów szkolenia dla oddziałów służby uzbrojenia. Istnieje jeszcze pewna ilość różnych dokumentów, cyrkularzy i t. p., wydawanych przez D. U. z różnych okazyj.

Drugą ważną funkcją Dep. Uzbr., nie opisaną wyżej, jest działalność techniczych szkół uzbrojenia. W czasie pokoju jest ich dwie. Szkoła uzbrojenia oficerów zawodowych z kursem 2-letnim jest prowadzona przy zbrojowni Watertown i przy poligonie doświadczalnym Aberdeen. Pierwszy kurs istniejący nominalnie w Watertown, właściwie znajduje się przy Instytucie Technologicznym w Massachusetts; obejmuje on nauki techniczne i warsztaty praktyczne. Drugi rok zawiera wycieczki do pewnych zakładów uzbrojenia, studjowanie zagadnień służby polowej i łączność z pracami na poligonie Aberdeen, który dostarcza studentom doskonałą sposobność zapoznania się z ostatniemi typami sprzętu i różnego rodzaju badaniami, prowadzonemi przez Dep. Uzbr. Drugą szkołą jest szkoła służby polowej uzbrojenia, umieszczona w zbrojowni Raritan (Metuchen N. J.). Służy ona głównie do szkolenia specjalistów, potrzebnych w sł. uzbr. — od spawaczy do stenografistów. Obecnie szkoła ta prowadzi kursy specjalistów zawodowych dla 50 zawodowych szeregowych, z których połowę stanowią żołnierze innych broni i służb. Kurs trwa 9 mie-

sięcy i promuje na sierżantów uzbrojenia. Nauka obejmuje: utrzymanie, administrację, czynności w składnicach i sprawy zaopatrywania. W razie potrzeby szkoła ta prowadzi specjalne kursy dla oficerów lub zawodowych szeregowych, akcentując te cechy działalności sł. uzbr., jakie w danej chwili są pożądane i potrzebne.

Działalność służby uzbrojenia w obszarze operacyjnym).*

Głównem zadaniem całego personelu i organizacyj uzbr. na terenie operacyjnym jest oddawanie usług wojskom w dziedzinie sprzętu uzbrojenia. Nazwa „służba uzbrojenia" (ordnance service) ma podwójne znaczenie. W jednem znaczeniu zastosowana jest do całego personelu, urządzeń i zakładów, które spełniają tę służbę. W tem znaczeniu widzimy w organizacji armji polowej pewną grupę jednostek sł. uzbr. (p. str. 276). W drugiem znaczeniu rozumie się tu spełnianie usług przez organizacje uzbrojeniowe, czyli obejmują one: dostawę i podział, pielęgnację i naprawę wszelkiego sprzętu, którym zarządza Dep. Uzbr. A zatem sł. uzbr. w szczególności spełnia następujące obowiązki:

a) Dostawa i podział sprzętu uzbr., oprócz amunicji, dla wszystkich jednostek na obszarze operacyjnym aż do pułków lub równorzędnych jednostek włącznie. b) Dostawa i podział amunicji art. aż do punktów rozdzielczych. c) Naprawa sprzętu uzbr. we wszystkich rzutach jednostek bojowych, gdy ta praca przekracza możliwość samych jednostek. d) Zbieranie wiadomości technicznych, dotyczących normalnego użycia i zniszczenia własnego sprzętu oraz dotyczących nowego sprzętu i ulepszeń u przeciwnika. e) Dozorowanie sprzętu zdobycznego.

Czynności swe spełnia służba uzbr. pod kontrolą organizacyj taktycznych, które obsługuje. Władza szefa uzbrojenia nad personelem i organizacjami spełniającemi tę służbę ogranicza się do technicznego nadzoru i kontroli, t. j. czy jest wykonywana należycie (dokładnie i sprawnie). Bezpośrednia odpowiedzialność leży na oficerach sł. uzbr. poszczególnych sztabów (o ich obowiązkach p. str. 275). Ogólnie za tem biorąc, funkcje sł. uzbr. dzielą się tu na 2 główne działy: dostawa i utrzymanie; dostawa dzieli się na 2 różniące się grupy:

---

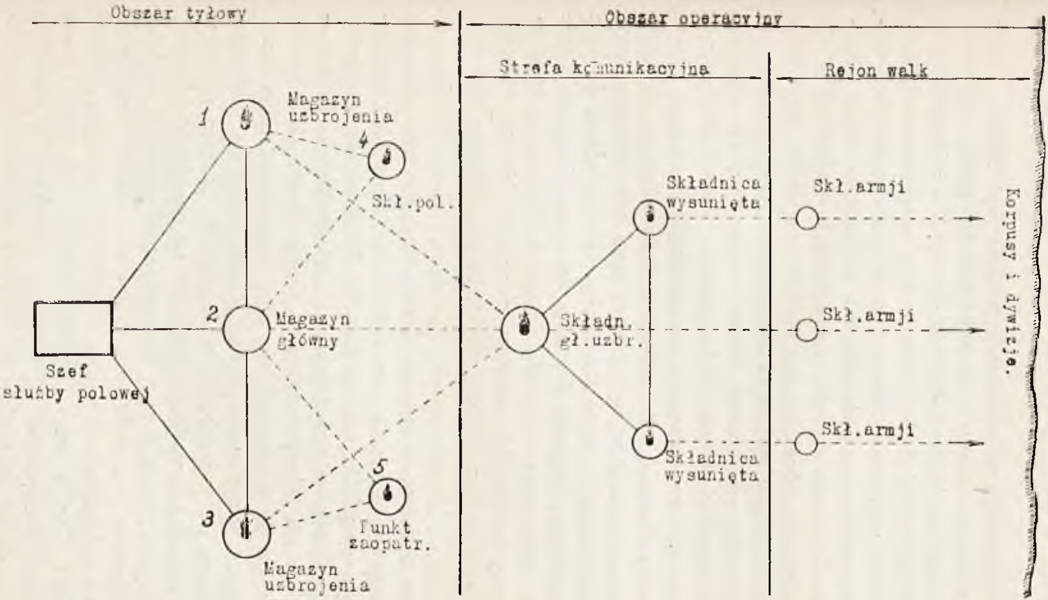
*) p. Wiad. Techn. Art. 1932 r. Nr. 16, str. 131 „Służba zaopatrzenia".

dostawa ogólna i dostawa amunicji. Rozpatrzmy metody ogólne, na których się opiera zagadnienie dostawy. W strefie komunikacyjnej zapotrzebowania składają się z zasobów odwodowych i bieżących. Zasoby odwodowe, mierzone dniami zaopatrzenia, są w takich ilościach, jakie wskazuje dowództwo obszaru operacyjnego lub na jakie zezwala stan dostawy. Zasoby bieżące składają się z bieżącego spożycia, zastąpienia strat, oraz tych dodatkowych ilości, jakie znajdują się w trakcie podziału. Jednostki zaś bojowe zwykle posiadają już ze sobą swój początkowy ekwipunek w komplecie, za wyjątkiem amunicji. Dostawy z reguły pochodzą z obszaru tyłowego jako rezultat zapotrzebowań; uzyskanie przedmiotów zaopatrzenia lokalne jest zwykle nieznaczne i dotyczy artykułów mniej ważnych. Odbiór odbywa się na bazach strefy komunikacyjnej; mogą to być porty lub stacje wyładunkowe albo podobne urządzenia, umieszczone w pobliżu granicy między obszarem operacyjnym a tyłowym. Na obszarze operacyjnym przedmioty dostawy, dla celów administracyjnych, podzielone są na 4 klasy od I do IV; dwie ostatnie klasy obejmują sprzęt uzbrojenia ogólny i amunicję, ujętą w osobną klasę, jako przedmiot najpoważniejszy dla dostawy.

Magazynowanie dokonywa się w składnicach strefy komunikacyjnej, a początkowo w magazynach baz. Mogą to być magazyny główne lub ich filje; magazyny amunicji zakładane są osobno. W pośrednich i czołowych sekcjach strefy komunikacyjnej (jeżeli takie istnieją), zasoby są „zrównoważone" (t. j. przygotowane do wysyłki na front w odpowiednich ilościach). W tych różnych składnicach, gdzie przechowuje się sprzęt uzbrojenia, jest on zgrupowany i sklasyfikowany wg. systemu „S. N. L", omawianego poprzednio (str. 418). W strefie komunikacyjnej odbywa się wydawanie sprzętu armjom, oddziałom tej strefy, formacjom Naczelnego Dowództwa, i innym jednostkom, znajdującym się na rejonach dla odpoczynków, ćwiczeń i t. p.

Ze strefy komunikacyjnej przedmioty dostawy płyną przez stacje rozdzielcze do *armij*, gdzie przechodzą pod ich kontrolę. W armjach zapotrzebowania oparte są na potrzebach bieżących i na przewidywanem spotrzebowaniu przyszłem lub na projektowanych operacjach wojennych.

Dostawa oparta na tych 2-ch głównych wymaganiach zostaje zrealizowana ze strefy komunikacyjnej, jako rezultat zapotrzebowań lub asygnacyj kredytowanych. Odbiór odbywa się w zakładach armji za pośrednictwem stacyj rozdzielczych; zakładami temi są składnice



System zaopatrzenia uzbrojenia działa między szefem służby polowej a magazynami 1 2 i 3 pod kierownictwem Szefa Uzbrojenia.

Nie działa między składnicami 4 i 5, które są pod kontrolą dowódców linjowych.

W obszarze operac. „system zaopatrzenia" nie zaleca się, jednak może i zapewne będzie stosowany przez oficerów uzbrojenia, pod kierunkiem dowódcy obszaru.

Zakres działania „systemu zaopatrzenia uzbrojeniowego".

główne lub pomocnicze; do miejsc odbioru należą też stacje kolejowe. Wydawanie wykonywa się wprost oddziałom armji, dywizjom i korpusom.

Następną jednostką w organizacji wojska jest *korpus*. Lecz korpusy nie mają swego miejsca w łańcuchu dostaw; korpus jest uznany za jednostkę taktyczną do wykonywania zadań i manewrowania. Ma on zwykle 2—4 dywizyj, a ilość ta może być zwiększona w trakcie operacyj. Posiada on organizację tak giętką, że może wchłaniać i wykorzystywać wzmacniające go jednostki lub — tworzyć część jednostki wyższego rzędu; wyjąwszy gdy korpus działa samodzielnie lub gdy czynności administracyjne i zaopatrzeniowe zostają mu poruczone przez d-two armji, i wtedy spełnia te czynności tylko dla swoich oddziałów. Wbrew temu oficjalnemu zdefinjowaniu korpusu, widzimy, że korpus nałożył na siebie pewne funkcje dostaw dla swych dywizyj, z których główną jest przewożenie w swych taborach zasobów rezerwowych dla użytku dywizyj. Te czynności dodatkowe są nie tylko sprzeczne z oficjalnem określeniem korpusu, lecz sama giętkość organizacji korpusu czyni rzeczą niemożliwą, aby jakaś składowa dywizja polegała na określonej ilościowo dostawie ze strony korpusu (ilość strzałów, tonnaż, dnie ognia, czy dnie dostawy). Normalne czynności dostawy korpusu powinny być ograniczone jedynie do jego własnych oddziałów, i obecnie w Dep. Wojny odbywają się studja w tym kierunku.

Następnem ogniwem w łańcuch dostaw jest *dywizja*. Tu, jak i w armji, wymagania oparte są na zużyciu bieżącem i na przewidywanem spożyciu w najbliższych operacjach. Realizuje się je z armji, na podstawie zapotrzebowań lub asygnacyj kredytowanych. Odbiór — za pomocą służbowych taborów dywizji. Gromadzenie zapasów koniecznych dokonywa się w taborach lub, przy sytuacji ustabilizowanej, w takich ośrodkach zaopatrzenie dywizji, jakie mogą być założone. Wydawanie odbywa się w punktach rozdzielczych taborom polowym i bojowym, a w pewnych wypadkach dostarcza się przedmioty dostawy na stanowiska bojowe lub na biwaki: Zaczynając od punktów zasilających, dostawa amunicji jest wydzielona z dostawy ogólnej uzbrojenia. Dostawa amunicji małokalibrowej w dywizji należy do czynności oficera uzbrojenia dywizji, i on, w razie potrzeby, zajmuje się wraz z kwatermistrzem dywizji transportem tej amunicji z punktów zasilających do pożądanych punktów rozdzielczych. Dostawa zaś amunicji artyleryjskiej należy do czynności dowódcy artylerji, który wysyła ją w po-

dobny sposób za pośrednictwem taboru amunicyjnego swej brygady. Ten układ nie jest całkiem zadowalający i podlegać może krytycznej dyskusji, co będzie wyjaśnione później.

Prześledziliśmy tedy drogi, metody i ogólny system przebiegu dostaw przedmiotów uzbrojenia, poczynając od odbioru w magazynach baz strefy komunikacyjnej aż do oddziałów bojowych, które je zapotrzebowują i mają użytkować. Rozpatrzmy także środki, będące w dyspozycji oficerów uzbrojenia, umożliwiające im spełnienie zadań, za które są odpowiedzialni. Według obecnego układu, w tych sprawach polegać oni mają na organizacji, która obejmuje kompanje naprawcze charakteru lekkiego, średniego i ciężkiego, kompanje składownicze i dla każdej armji, kompanję kwatery głównej oraz personel sztabów we wszystkich jednostkach aż do dywizji włącznie (p. rys. 3, str. 276). Czynności ogólne tych kompanij opisane były wyżej (p. str. 277).

Po za temi jednostkami organicznemi uzbrojenia, w strefie komunikacyjnej czynne będą jeszcze inne luźne, mianowicie głównie kompanje amunicyjne i składownicze oraz jednostki naprawcze różnego typu. Istnieją jeszcze pewne jednostki wszelkich kategoryj, przynależne do Naczelnego D-twa; te kompanje uzbrojenia zajmować się będą dostawą zapotrzebowań jednostek wzmacniających armje lub korpusy.

Kompanja naprawcza dywizji piechoty jest „kością pacierzową" systemu dostawy i naprawy sprzętu uzbrojenia na obszarze walki. *Naprawa* jest pewną fazą dostawy, ponieważ utrzymuje się sprzęt zniszczony, naprawia się go i tą samą drogą odsyła zpowrotem; a tylko w razie konieczności przekazuje się go dalej na tyły. W miarę zatem możności unika się zamiany na sprzęt nowy. Jedynemi ograniczeniami rozmiaru napraw w polu są: ekwipunek naprawczy i potrzebny czas.

Gdy wymagana naprawa uszkodzenia sprzętu przekracza możliwości kompanji dywizyjnej, przedmiot zostaje ewakuowany drogą przez zakłady armji i stacje rozdzielcze do warsztatów naprawczych w strefie komunikacyj. W razie braku jedynie odpowiednich obrabiarek, skierowuje się zniszczony przedmiot do kompanji naprawczej korpusu.

Jeżeli podczas walki okaże się potrzeba uzupełnienia przedmiotów zasadniczego (organizacyjnego) ekwipunku oddziałów, — tę dostawę musi wziąć na siebie kompanja naprawcza; t. zn. że z pomocą własnego personelu i środków transportowych udaje się do ma-

gazynu uzbrojenia lub innego punktu dostawy na tyłach, otrzymuje potrzebne przedmioty i dostarcza je swoim oddziałom.

Należy nadmienić, że kwatermistrz wozi w swych taborach tylko porcje rezerwowe, a nie organizacyjne ani indywidualne. Dostawa ekwipunku organizacyjnego odbywa się bezpośrednio z dywizji przez zakłady armji do punktów rozdzielczych, ponieważ korpusy, jak to było wyjaśnione wyżej, nie powinny zasadniczo spełniać funkcyj zaopatrzeniowych. W czasie operacyj wojennych zapotrzebowania przedmiotów dostawy ogólnej są zwykle stosunkowo nieznaczne. Podczas odpoczynków lub w chwilach bezczynności zapotrzebowania te mogą dotyczyć wyekwipowania jednostek nanowo.

Etatowy personel uzbrojenia temu nie podoła, — takie nowe ekwipowanie musi odbywać się na tyłach w punktach zainstalowanych na stałe z pomocą personelu służby uzbrojenia, zebranego z kilku punktów dostawy lub ze służb mniejszych jednostek.

Dywizja piechoty jest najmniejszą jednostką złożoną ze wszystkich zasadniczych broni i służb, która pod względem taktycznym i administracyjnym jest samowystarczalna; może ona prowadzić własnemi środkami operacje wojenne; jest jednostką walki i manewru. Armja odnosi sukcesy lub porażki, gdy dywizji powodzi się lub nie; a powodzenie dywizji zależy w dużym stopniu od skutecznej działalności służby uzbrojenia. Kompanje naprawcze są, z powodu swej ważności, liczniejsze niż jednostki uzbrojenia innych kategoryj (np. na 270 zmobilizowanych jednostek uzbrojenia ma być 127 średnich naprawczych kompanij).

Historja powstania i rozwoju kompanij naprawczych związana jest z historją Depatramentu Uzbrojenia, która rozpoczyna się w 1812 r. i przedstawia sobą szereg etapów rozwoju służby uzbrojenia jako całości. Od chwili zawieszenia broni po wojnie światowej organizacja kompanij naprawczych, zwanych w czasie wojny ruchomemi warsztatami ,mało się zmieniła, przystosowując się jedynie do zmiennej cokolwiek organizacji i do uzbrojenia dywizji piechoty (zwiększona motoryzacja). Organizacja obecna opiera się na schemacie pokojowym z 1921 r. i wojennym z 1929 r. W ciągu kilku ostatnich miesięcy uczyniono kroki, celem pewnego ulepszenia dalszego i zmodernizowania organizacji, personelu i ekwipunku kompanij naprawczych, aby dostosować je do aktualnej organizacji i uzbrojenia wojska amerykańskiego.

Obowiązki, nałożone obecnie na oficera służby uzbrojenia w dy-

wizji, tworzą podstawę działalności kompanji naprawczej, bo jest ona środkiem, służącym do spełnienia obowiązków przez tegoż oficera, które to obowiązki były wymienione poprzednio (p. str. 275). A zatem funkcje kompanji naprawczej dadzą się zgrupować w cztery główne czynności: inspekcja, dostawa, naprawa i ewakuacja sprzętu zniszczongeo (salvage).

Inspekcja służy dla celu odkrycia trudności, napotykanych przez oddziały walczące i zwiększenia sprawności tych oddziałów przez zaradzenie tym trudnościom. Jedynie dzięki inspekcji technicznej (dozorowi) sprzętu uzbrojenia, oficer służby uzbrojenia nabywa dokładnych wiadomości w kierunku spełniania funkcyj zaopatrzenia swych jednostek. Dozorowanie to odbywa się przy ścisłej współpracy inspekcjonowanej jednostki i jej dowództwa. W czasie walki inspekcja uzbrojenia jest czynnością nieustającą. Wszelkie wysiłki są skierowane na to, aby określić, nim wypłynie istotna potrzeba, — naprawy i dostawy, jakich wymagać będzie jednostka walcząca. Jeżeli to możliwe, naprawy, wskazane przez inspekcję przed i po walce, uskutecznia się na biwaku. Sprzęt nie nadający się do użytku, który nie może być naprawiony przez oddziały inspekcyjne, powinien być usunięty i niezwłocznie zastąpiony innym, ewentualnie mają być uczynione kroki w tym kierunku.

Sprawa *dostawy* była omawiana wyżej. Kompanja naprawcza wozi ze sobą pewną ilość części zapasowych i kompletnych zespołów, celem zastąpienia przedmiotów postępujących do naprawy i tym sposobem poczęści spełnia funkcje dostawy.

O *naprawie* też było mówione wyżej.

Ewakuacja zaś i wykorzystanie sprzętu zniszczonego i zużytego nie jest jeszcze ujęta należycie w regulaminy ani przepisy.

(d. c. n.).

BIBLJOGRAFJA.

Płk. inż. Gerard Długowski. „Obliczenie elementów ruchu pocisku w lufie działa". Warszawa 1935. Nakładem Towarzystwa Starachowickich Zakładów Górniczych, Sp. Akc.

W zwięzłej 200 stronicowej pracy przedstawia płk. *Długowski* swoją metodę obliczania danych ruchu pocisku w lufie działa. Praca ta nie jest i nie ma zamiaru być balistyką wewnętrzną. Przez skrócenie w niej części teoretycznej i doświadczalnej podkreślił autor w sposób zupełnie wyraźny, że — zgodnie zresztą z tytułem książki — celem jego jest tylko przedstawienie pewnej metody rachunkowej.

Metoda ta, jest to właściwie ogólna metoda *Sugot'a* w zastosowaniu do szczególnej postaci równania *Charbonnier'a,* w którem funkcja spalania się prochu wyraża się wzorem

$$\varphi(z) = \sqrt{1 - hz}\,.$$

Jest rzeczą oczywistą, że wzór ten nie może przedstawić w sposób dostatecznie bliski wszystkich typów spalania się prochów stosowanych w działach nowoczesnych. Nawet wzór ogólniejszy,

$$\varphi(z) = (1 - hz)^{\varepsilon}$$

(którego wzór poprzedni jest szczególnym wypadkiem dla $\varepsilon = 0.5$), nie może przybliżyć rzeczywistego przebiegu spalania się prochu w bombie czy lufie. Mimo to jednak przyjęcie tak uproszczonego wzoru prowadzi do rozwiązań dość bliskich rzeczywistym. Przyczyna tkwi w tem, że we wszystkich wzorach balistyki wewnętrznej funkcja $\varphi(z)$ wchodzi jedynie w grę jako funkcja podcałkowa, skutkiem czego przybliżenie jej wzorem nawet dość odległym od rzeczywistego jej przebiegu nie jest szkodliwe, jeżeli tylko całka tej funkcji przybliżonej niezbyt odbiega od całki funkcji rzeczywistej.

Z tego też względu przyjęcie funkcji spalania się prochu w postaci $\sqrt{1 - h z}$ jest zupełnie uzasadnione. A że ponadto w dużym stopniu ułatwia całkowanie wzorów, to też jest i bardzo celowe. Należy przytem zauważyć, że również w rozpowszechnionej i dogodnej w użyciu metodzie E. Roggli wzór $\varphi(z) = \sqrt{1 - h z}$ tkwi, coprawda w sposób ukryty, lecz nie mniej istotny, a jak wiadomo wyniki tej metody są naogół dość bliskie rzeczywistym. Wreszcie nie wolno zapominać, że dzieki temu założeniu metoda *Długowskiego* jest znacznie ogólniejsza, niż metoda, opierająca się o tabele opracowane przez *Sugot'a*, która, obliczona dla $\varphi(z) = (1 - z)^{0,2}$ nadaje się jedynie do prochów wstęgowych lub ostatecznie rurkowych.

Z tego punktu widzenia metoda *Długowskiego* jest jakgdyby uogólnieniem ścisłej metody *Sugot'a*. Idea rozszerzenia tej metody drogą obraną przez autora była już niejednokrotnie podnoszona w literaturze fachowej, gdzie nawet podawano niektóre wzory zasadnicze, znajdujące się i w metodzie *Długowskiego*. Tem niemniej bezsprzeczną zasługą autora jest zarówno doprowadzenie tej pracy do końca i przedstawienie jej w postaci gotowych do użycia wzorów, jak i wykazanie szeergiem przykładów rachunkowych, że nosi ona charakter bardzo ogólny i nadaje się do prochów o różnym składzie chemicznym i o bardzo rozmaitej postaci (wstęgi, rurki i płytki). Część pracy, poświęcona obliczeniu czasu przebiegu pocisku w lufie, stanowi przytem zupełnie oryginalny dorobek autora.

Jak już wyżej wspomniałem, metoda autora nadaje się do całego szeregu prochów i dział, skutkiem czego może być zastosowana z pożytkiem do prawie wszystkich typów dział nowocześnie stosowanych.

Szkoda tylko, że autor podał ją w postaci niezbyt dogodnej dla rachunku szybkiego, t. j. takiego, jaki odpowiada potrzebom codziennej praktyki.

Rachunek jednego działa, wymagający 17 stron druku dla jego przedstawienia, wzorami potęgowemi o dość zawiłych wykładnikach może istotnie zniechęcić niejednego do balistyki. Wzory są przytem ułożone w taki sposób, że nie zezwalają np. na rozwiązanie tak typowego zadania doświadczalnego, jak następujące:

Z pewnego działa strzelano pewnym prochem, uzyskując określone ciśnienie i szybkość. Znaleźć na zasadzie tego strzelania ciśnienie właściwe (siłę) i żywość prochu.

Również rozwiązanie tak ważnego zadania, jak określenie wymiarów prochu, spełniającego postawione przez konstruktora zadanie, t. j.

dającego żądaną szybkość przy pewnem ciśnieniu najwyższem skonstruowanego działa, wymaga szeregu żmudnych rachunków przy różnych założeniach co do prochu i nie daje się uskutecznić nawet w sposób przybliżony metodą szybką i dogodną, z miejsca stwarzającą obramowanie zagadnienia.

Jeżeli mowa o samym rachunku, to trzeba stwierdzić, że wzory istotnie nie są dogodne, jak o tem świadczy zespół wzorów, potrzebnych do obliczenia ciśnienia największego:

$$P_{mx} = f \cdot \frac{n\,y_m - q\,y_m^2 - \xi\,X_m^2}{Y_m\left(\frac{c}{\omega} - \eta_0\right)}$$

gdzie:

$$X_m = y_m - y_0$$

$$Y_m = \left[\frac{a - y_0}{a - y_m}\right]^{\frac{(a - y_0)\,2\,\xi}{(a-b)\,(\gamma - 1)\,(q + \xi)}} \left[\frac{y_0 - b}{y_m - b}\right]^{\frac{(y_0 - b)\,2\,\xi}{(a-b)\,(\gamma - 1)\,(q + \xi)}}$$

gdzie:

$$a = \frac{n + 2\,\xi\,y_0 + \sqrt{n^2 + 4\,\xi\,y_0\,(n - q\,y_0)}}{2\,(q + \xi)}$$

$$b = \frac{n + 2\,\xi\,y_0 - \sqrt{n^2 + 4\,\xi\,y_0\,(n - q\,y_0)}}{2\,(q + \xi)}$$

Wzory te w tej zawiłej postaci są coprawda nieuniknionem następstwem przyjętej przez autora metody rachunkowej. Każda inna metoda rachunkowa prowadzi również do wzorów niemniej skomplikowanych. Przyczyna tkwi w zawiłym charakterze zjawisk, z jakiemi tu mamy do czynienia. Niemniej jednak dla celów rachunku praktycznego byłoby rzeczą pożądaną, ażeby autor doprowadził metodę swą o jeden etap dalej, bądź przez ułożenie tabel, lub wykresów, któreby ułatwiły rachunek jego metodą, bądź też przynajmniej przez takie przekształcenie wzorów, któreby zezwoliło rozbić je na poszczególne części, łatwe i szybkie w rachunku przy pomocy ewentualnych prostych tabel pomocniczych. Mogłoby to się odbyć nawet kosztem pewnego zmniejszenia dokładności tak, jak to np. uczynił *Sugot* w swojej me-

todzie, dzięki czemu stała się ona tak łatwą i prostą w użyciu. Nie jest to oczywiście zarzut w kierunku autora, lecz raczej zachęta, ażeby raz rozpoczętej pracy nie porzucił i kontynuował ją dalej dla przedstawienia jej w formie dogodniejszej dla praktycznego użytku. Oczywista, jest to praca żmudna, ciężka, wymagająca długich miesięcy, jeżeli nie lat pracy. Niemniej jednak wartoby ją uskutecznić.

Te same uwagi tyczą się i wzorów na obliczenie czasu przelotu pocisku w lufie. Długi wzór przedstawiony na str. 104 lub 105, zawierającv 9 albo 11 członów potęgowych, jest dla rachunku praktycznego niezbyt dogodny. Osobiście wolę wyznaczyć kilku punktami krzywą $v = f(x)$ i obliczyć czas t ze wzoru

$$t = \int_0^x \frac{dx}{v}$$

przy pomocy całkowania graficznego, planimetrem, integrafem, czy jakąkolwiek inną przybliżoną metodą. Wynik będzie niewątpliwie mniej dokładny, ale dla celu zastosowań praktycznych zupełnie wystarczający.

Przykłady liczbowe przedstawione przez autora wykazują aż zadziwiającą zgodność rachunku i doświadczenia. Szkoda tylko, że — poza przykładem 4 i 5 — nie podał autor źródeł, skąd zaczerpnął swe spółczynniki stałe i dane balistyczne prochu tak, że nie można się zorjentować, czy dane te zostały zaczerpnięte z doświadczeń (i jakich), czy też z literatury, czy wreszcie odpowiednio dobrane przez autora. Nie obniża to w niczem wartości tych przykładów, jako dowodu zgodności metody z doświadczeniem. Nawet bowiem i wtedy, gdyby dane te były odpowiednio dobrane, to i tak zgodność przykładów 1 i 2 oraz 4 i 5, w których to przykładach mamy ten sam proch w dwu różnych działach, o znacznie odbiegających od siebie danych ładowania, wskazuje, że przy odpowiednio dobranych wartościach charakterystycznych prochów, można metodą autora uzyskać dane zgodne z wynikami strzelania w stopniu aż nadto wystarczającym.

Przy omawianiu tej pracy nie można pominąć kilku uwag natury zasadniczej, jakie się nasuwają przy jej czytaniu. A więc przedewszystkiem podany przez autora wzór

$$W = \frac{f}{\gamma - 1}$$

gdzie W jest ciepłem wybuchu, f ciśnieniem właściwem (siłą), γ wykładnikiem adiabiaty, z punktu widzenia termodynamiki nie jest całkowicie słuszny. Przedewszystkiem należałoby w nim wyraz W zastąpić przez U, t. j. energję wewnętrzną gazu, niewątpliwie większą od wyrazu W o energję wewnętrzną ziarna prochu w postaci ciała stałego (przy założeniu, że mierzymy ciepło wybuchu w warunkach, wykluczających oddawanie energji nazewnątrz w postaci pracy). Ponadto odnosi się on jedynie do gazów doskonałych, co nie odpowiada przecież ściśle gazom wybuchowym. Z tego też względu podany przez autora sposób oznaczania spółczynnika γ ze wzoru,

$$\gamma = 1 + \frac{f}{W}$$

wydaje mi się dość niepewny, zwłaszcza, że obie wielkości f i W wyznaczamy przecież z dość znacznym błędem doświadczalnym.

Również można mieć pewne zastrzeżenia, co do założenia, iż „proces, który zachodzi w lufie działa, jest procesem adiabatycznym". Założenie to coprawda spotyka się w niejednej balistyce, tem niemniej jednak jest ono nie całkiem zgodne z rzeczywistością.

Wedle danych doświadczalnych, uzyskanych w Zakładzie Balistyki Politechniki Warszawskiej, w lufie karabinowej straty cieplne przez przewodnictwo lufy wynoszą okrągło około 25% energji cieplnej prochu. Ze wzrostem kalibru są one mniejsze, wedle jednak danych francuskich i amerykańskich, w lufie 75 mm wynoszą one jeszcze około 7% energji cieplnej prochu, t. j. 33 do 25% energji pocisku. O zjawisku adiabatycznem nie może więc być mowy. Błąd ten nie pociąga zresztą za sobą konsekwencyj praktycznych, gdyż uwzględnia go się poprostu przez odpowiednie obniżenie wykładnika γ i tak noszącego w praktyce charakter raczej spółczynnika wyrównawczego, niż wielkości fizycznej. Jednakże na zjawisko to warto było zwrócić uwagę.

Z powyższej oceny wynika, że praca płk. *Długowskiego* stanowi wartościowy nabytek w polskiem piśmiennictwie uzbrojeniowem i duży krok naprzód w rachunku balistyki wewnętrznej, przynajmniej w zastosowaniu do tych dział, jakie potocznie mamy w zastosowaniu. Pracę tę jednak uważać wypada za pierwszy krok i można wyrazić nadzieję, że autor swą tak owocną myśl rozwinie dalej, upraszczając metodę rachunkową przez wprowadzenie odpowiednich pomocy w postaci tabel, wykresów, czy wzorów uproszczonych.

Ale i w obecnej postaci metoda autora jest niezmiernie ciekawa

i godna zalecenia wszędzie tam, gdzie zależy nam na możliwie dużej dokładności rachunku i na jak najściślejszej zgodności jego z wynikami, jakich spodziewamy się ze strzelania. Książka płk. *Długowskiego* powinna więc znaleźć się w ręku każdego, który interesuje się techniką uzbrojenia.

Nakoniec warto podkreślić, że książka ta wyszła nakładem *Towarzystwa Starachowickich Zakładów Górniczych.*. Dzisiaj, gdy ciężkie warunki wydawnicze krępują rozwój piśmiennictwa fachowego, inicjatywa Zakładów Starachowickich zasługuje na szczególne uznanie. Oby przykład ten zachęcił i inne nasze wytwórnie przemysłu wojennego.

Ppłk. Dr. Tadeusz Felsztyn.

KOMUNIKATY.

KOMUNIKAT 1.

KONKURS NIEOGRANICZONY NA PORTATYWNĄ MASKĘ PRZECIWGAZOWĄ LUDZKĄ.

I. Ogólne warunki konkursu.

1. *Przedmiot konkursu.* Przedmiotem konkursu jest kompletna maska przeciwgazowa ludzka o konstrukcji, dającej większą niż dotychczas portatywność i lepsze przystosowanie do noszenia i użycia jej przez żołnierza w pełnem oporządzeniu bojowem.

2. *Udział w konkursie.* Prawo udziału w konkursie jest nieograniczone. Nie jest wymagane, aby nagrodzony projekt był opatentowany, lub też odstąpiony bezpłatnie na rzecz M. S. Wojsk. Nagrodzone prace pozostaną własnością projektodawców. M. S. Wojsk. zastrzega sobie prawo pierwokupu, względnie prawo wykonywania wynalazku za dodatkową opłatą, i wówczas projekt nie może być opublikowany bez zgody M. S. Wojsk.

Do nagrody może być przedstawiony również wynalazca, który otrzymał zasiłek lub inną pomoc M. S. Wojsk. w pracy nad wynalazkiem.

3. *Wykonanie projektu.* Projekty powinny być przedstawione na sąd konkursowy, zgodnie z warunkami technicznemi, w formie rysunków technicznych z podaniem wymiarów. Do rysunków powinien być dołączony dokładny opis przedmiotu i sposobu działania. Należy również wymienić materjały, z jakich mają być wykonane poszczególne części przedmiotu

Pożądane jest dołączenie modelu.

Rozwiązanie konstrukcyjne powinno być nowe, nigdzie nie publikowane, ani też nie zgłaszane do opatentowania. Wynalazki, zakupione już przez M. S. Wojsk. lub innych nabywców, nie mogą być przedstawione do nagrody.

4. *Przesyłanie projektów.* Rysunek i opisy powinny być złożone w zalakowanej kopercie, opatrzonej hasłem i napisem: „Konkurs na maskę przeciwgazową ludzką". W osobnej zalakowanej kopercie, włożonej do pierwszej i zaopatrzonej tem samem hasłem, powinno być podane na kartce imię i nazwisko, ewentualnie stopień służbowy lub zawód oraz dokładny adres projektodawcy. Rysunki, opisy, modele i t. p. powinny być oznaczone tylko hasłem, bez podania nazwiska autora. Ujawnienie nazwiska autora lub osób zainteresowanych w konkursie na kopertach, rysunkach, modelach i t. p., wyklucza pracę z konkursu.

Ażeby wysyłający pracę pocztą nie był zmuszony do ujawniania na dokumentach przesyłkowych swego nazwiska, można zamiast nazwiska wysyłającego podać: „Sekretarz Szefa Departamentu Uzbrojenia".

5. *Termin nadsyłania prac:* Prace konkursowe należy złożyć lub przesłać do Instytutu Przeciwgazowego w Warszawie, ul. Ludna 11, najpóźniej do *dnia 1 listopada 1936 r.* Dla zgłoszeń zamiejscowych uważa się ten termin za dotrzymany, jeżeli przesyłka była nadana najpóźniej dnia 1 listopada 1936 r.

Koszty przesyłki powinny być opłacone przez nadawcę.

6. *Nagrody.* Za prace wynalazcze zostały ustanowione na rok 1936 nagrody Pana II Wiceministra Spraw Wojskowych, Szefa Administracji Armji, w następujących rozmiarach:

3000 zł., 2000 zł., 1000 zł. i 500 zł.

ponadto mogą być przyznane nagrody honorowe (dyplomy). Nagrody i ich wysokość ustala Pan II Wiceminister Spraw Wojskowych.

7. *Sąd konkursowy.* Sąd konkursowy w składzie przedstawicieli Sztabu Głównego, Biura Przemysłu Wojennego, Korpusu Kontrolerów, Departamentu Uzbrojenia, Instytutu Przeciwgazowego i Szkoły Gazowej zbierze się w drugiej połowie listopada 1936 r.

Wnioski na udzielenie nagród będą przedstawione Panu II Wiceministrowi Spraw Wojskowych przez Szefa Biura Przemysłu Wojennego M. S. Wojsk. do dnia 20 grudnia 1936 r.

8. *Zwrot projektów:* Projekty konkursowe nienagrodzone będą zwrócone projektodawcom w ciągu czterech tygodni od dnia ogłoszenia

wyniku konkursu. Projekty nagrodzone mogą być zwrócone dopiero po ukończeniu ewentualnych formalności, związanych z ich wypróbowaniem, wykonaniem oraz ewent. nabyciem, opatentowaniem i t. p.

9. *Informacje.* Informacyj w sprawie konkursu udziela Kierownik Kancelarji Instytutu Przeciwgazowego, tel. 563-70, w godzinach urzędowania.

II. *Warunki techniczne konkursu na portatywną maskę przeciwgazową ludzką.*

1. *Przeznaczenie:* Maska przeciwgazowa przeznaczona jest do zabezpieczenia dróg oddechowych i oczu człowieka przed działaniem gazów trujących, duszących i parzących oraz dymów napastliwych.

2. *Konstrukcja:* Maska przeciwgazowa powinna składać się z maski właściwej, pochłaniacza oraz urządzenia do przechowywania i zarazem noszenia maski: torby, puszki i t. p., zabezpieczającego w zupełności delikatne części maski i pochłaniacza od deszczu i mechanicznych uszkodzeń.

Pochłaniacz z maską właściwą może być połączony rurą elastyczną.

Praca konkursowa może również dotyczyć tylko lepszego przystosowania maski już istniejącej lub zmodyfikowanej, nadającej się do użycia w wojsku, do noszenia i użycia jej przez żołnierza w pełnem oporządzeniu bojowem, nie zmieniając w niczem części zasadniczych samej maski (maski właściwej, rury oddechowej i pochłaniacza).

3. *Pochłaniacz.* W razie niedostarczenia modelu, opis pochłaniacza powinien być tak ujęty, aby z niego można było wywnioskować o pojemności chłonnej pochłaniacza (opis powinien zawierać dane co do rodzaju i jakości masy — lub mas chłonnych — umieszczonych w pochłaniaczu).

4. *Filtr przeciwdymowy.* W razie niedostarczenia modelu, opis filtru powinien zawierać dane co do materjału, z jakiego filtr ma być wykonany, powierzchni użytecznej filtru oraz inne dane, z których można byłoby wnioskować o oporze i skuteczności filtru.

5. *Szczelność* maski na twarzy powinna być całkowicie zapewniona, nawet na twarzy pokrytej zarostem.

6. *Wykonanie.* Projekt powinien przewidywać wykonanie części składowych (z wyjątkiem tych, w skład których wchodzi guma) zasadniczo z materjałów krajowych.

7. *Uwaga ogólna:* Nie jest wymagane, aby nagrodzony wynalazek nadawał się odrazu do praktycznego zastosowania, powinien on jednak zawierać nowe cechy, idące w kierunku wymagań stawianych konkursem oraz dawać pewność, że jest opracowany o tyle życiowo i dokładnie, że seryjne wykonanie jego nie przedstawi większych trudności.

KOMUNIKAT 2.

Pod wysokim protektoratem Pana Prezydenta R. P. I. Mościckiego i przewodnictwem Komitetu Honorowego przez Wicepremjera i Ministra Skarbu Inż. E. Kwiatkowskiego, oraz Gen. Dr. R. Góreckiego, b. Ministra Przemysłu i Handlu odbędzie się w Warszawie w czasie od *23 sierpnia — 11 października 1936 r. Wystawa Przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego,* wykazująca dotychczasowy stan i możliwości rozwoju tego działu wytwórczości krajowej.

Odbudowa zniszczonych działaniami wojennemi zakładów przemysłowych zmuszała nas w zaraniu niepodległości do przywozu z zagranicy niewyrabianych w kraju artykułów, maszyn i urządzeń, a przyzwyczajeni do takiego stanu odbiorcy niejednokrotnie i dziś w dalszym ciągu pomijają nasz przemysł, dążąc do zaspokojenia swych zamówień zagranicą. A jednak po 17-letnich wysiłkach pracy mało dzisiaj zzewnątrz potrzebujemy, natomiast możemy dużo wywozić.

Wystawa stanie zorganizowanym wysiłkiem całego przemysłu i musi dać w rezultacie rozszerzenie zbytu wyrobów polskiego przemysłu metalowego i elektrotechnicznego.

Wystawa WMEL wykaże szerokie zastosowanie przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego w życiu gospodarczem. Wystawa WMEL budzi wielkie zainteresowanie społeczeństwa i przemysłu w kraju i zagranicą, co jest najlepszym dowodem, przemawiającym za jej potrzebą: koniecznem jest zorjentowanie się, co się w kraju wyrabia, a czego brak.

Wystawa da wielkie możliwości stworzenia i zwiększenia eksportu i zobrazuje w obszernym dziale dotychczasowy eksport, wskaże na wiele możliwości stworzenia nowych dróg.

Tereny Wystawy położone są w centrum Wielkiej Warszawy u zbiegu ulic Puławskiej i placu Unji Lubelskiej.

Już w momencie odzyskania Niepodległości przed naszym przemysłem metalowym i elektrotechnicznym stanęły zadania — zdawałoby się: ponad siły; żołnierz polski wyruszając przeciwko najazdowi

bolszewickiemu domagał się broni i sprzętu wojennego, rolnik, aby uprawiać swą ziemię musiał otrzymać narzędzia rolnicze, kwestja naprawy zniszczonych zabudowań niemniej była ważna.

Odbudowując własne, zniszczone objekty, zaspakajając wspomniane potrzeby, warunkujące nasze byt niepodległy — młody polski przemysł zmuszony był równocześnie do prowadzenia ostrej walki z konkurencją zagraniczną. I choć siły w tej walce nie były równe — wytrwałość, wola i poświęcenie pozwoliły na osiągnięcie zwycięstwa.

Jednak czas robił swoje; nie mogąc nieraz otrzymać artykułów niewyrabianych w kraju, maszyn i narzędzi — konsument przyzwyczajał się coraz bardziej do towaru importowanego. W rezultacie powstała sytuacja paradoksalna: kraj wymaga własnego, silnego przemysłu — równocześnie ignoruje go, nabywając często towary u obcych

Przed przemysłem stanęły znowu ważne zadania; przyczem interes przemysłu pokrywa się całkowicie z najistotniejszemi interesami ogólno-państwowemi. Zagadnienie rozszerzenia zbytu wyrobów przemysłu-metalowego i elektrotechnicznego na rynku wewnętrznym, wyszukanie szerszych możliwości eksportowych — oto problemy dnia.

I znowu, jak przed laty powstała potrzeba wspólnego i skoncentrowanego wysiłku całego przemysłu. W jego to rezultacie wyrasta wielka impreza gospodarcza, jaką będzie bezsprzecznie Wystawa Przemysłu Metalowego i Elektrotechnicznego.

Fakt, że Pan Prezydent Rzeczypospolitej zechciał udzielić Swego wysokiego protektoratu, a kierownicy naszego życia gospodarczego: Pan Wicepremjer inż. Eugenjusz Kwiatkowski i Pan Minister Gen. Dr. Roman Górecki objęli przewodnictwo Komitetu Honorowego, świadczy niezbicie o wielkiem, ogólnopaństwowem znaczeniu wystawy.

Będzie ona bowiem ogniwem w wielkim łańcuchu akcji uzdrowienia naszego życia gospodarczego. Wskaże źródła zakupu i możliwości eksportowe, da rewję rozwoju przemysłu w okresie siedemnastolecia naszej niepodległości, przedstawi nowe i szersze możliwości zastosowania przemysłu metalowego, elektrotechnicznego i radjotechnicznego w poszczególnych gałęziach życia gospodarczego, zmusi wreszcie ogół obywateli do głębszego zainteresowania się przemysłem i jego potrzebami oraz wzbudzi wiarę w nasze wysiłki i w tej dziedzinie; pozatem nauczy doceniać rolę niezależnego od zagranicy i silnego przemysłu właśnie w Państwie rolniczem. Że wystawa sprosta tym ważnym zadaniom świadczy przedewszystkiem udział wszystkich ośrodków produk-

cji przemysłu metalowego i elektrotechnicznego oraz jedynie właściwe i najbardziej celowe podejście w systemie organizacji.

Kierownictwo wystawy wychodzi z założenia, że fabrykant, który zdecydował się na udział w wystawie, nie może kierować się krótkowzrocznie pojętym własnym interesem, lecz powinien mieć na względzie przedewszystkiem konsumenta, a więc jego interes, czas i najdalej idące ułatwienia techniczne.

Zerwanie z systemem wystaw według fabryk, a odwrotnie: ugrupowanie eksponatów według charakteru branżowego, pozwoli konsumentowi natychmiast odnaleźć interesujący go produkt, a następnie najwłaściwszego dla niego producenta.

Wystawa podzielona została na trzy zasadnicze działy: I Przemysłu Metalowego, II Elektrotechniki wraz z radjotechniką i III Ogólny. Działy te w poszczególnych grupach dadzą przejrzysty obraz wytwórczości, warunków produkcji i wysiłków na drodze rozwoju produkcji oraz organizacji zbytu.

(Wyjątki z Biuletynu Informacyjnego).

KOMUNIKAT 3.

Nakładem Wydawnictwa

„Przemysł, wynalazki i technika".

Warszawa, ul. Nowy Świat 21 m. 15. Tel. 228-71.

Wkrótce ma się ukazać z druku Księga „TECHNICY 1936" pod kontrolą Oddz. Warszawsk. Związku Techników R. P. Książka powyższa będzie zawierała następujące działy:

1. Rola i zadanie techników w społeczeństwie oraz zdobycze na polu zawodowem.
2. Szkoły techniczne zawodowe w Polsce.
3. Nowa ustawa o ustroju szkolnictwa w Polsce.
4. Uprawnienia techników w/g obecnie obowiązujących ustaw.
5. Spis techników w Polsce.
6. Organizacje techników.
7. Prasa techniczna i zawodowa.

Będzie to wielkie, pierwsze w Polsce dzieło, podające szczegółowe informacje o technikach — absolwentach średnich szkół technicznych.

Wszystkie dotychczasowe tego rodzaju wydawnictwa zamieszczały spisy pracowników technicznych pewnych gałęzi przemysłu, jak chemicznego, budowlanego, mechanicznego i innych, lecz miały one na uwadze wyłącznie techników z wyższem wykształceniem. Żadne z nich natomiast nie zadało sobie trudu sporządzenia wykazu techników absolwentów średnich szkół technicznych wszystkich zawodów.

Ten trud podejmuje dzieło „Technicy 1936", które stawia sobie za naczelne zadanie podkreślenie wielkiej roli techników, będących bezpośrednimi wykonawcami gigantycznych planów i zadań rozwoju naszego kraju.

Jesteśmy świadkami faktu, iż uprawnienia i teren pracy techników ulegają uszczupleniu, a społeczeństwo nie ma zrozumienia dla doniosłości wykonywanej przez nich pracy.

Dzieło „Technicy 1936" przyczyni się do obudzenia w społeczeństwie należytego zrozumienia i sprawiedliwej oceny wartości techników, — przez podniesienie znaczenia pracy technika w ogólnym rozwoju gospodarki państwa, przez wykazanie wielkiej siły liczebnej, bo blisko trzydziestotysięcznej armji techników.

Doceniając korzyści, jakie omawiane wydawnictwa niewątpliwie przyniesie ogółowi techników, oraz biorąc pod uwagę cały szereg trudności natury technicznej, Związek Techników R. P. Oddział Warszawski, po porozumieniu się z innemi organizacjami, skupiającemi techników, podjął współpracę przy wydaniu tego dzieła i zwraca się do wszystkich techników z gorącym apelem o poparcie tego zewszechmiar pożądanego i pożytecznego wydawnictwa.

Cena za egz. w oprawie z płótna angielskiego w przedpłacie zł. 8. Przy zamówieniach należy jednocześnie przekazać zł. 4 jako zaliczkę na P. K. O. Nr. 29.951 conto „Przemysł, Wynalazki i Technika"

Na żądanie wysyła się prospekty gratis.

Adres Redakcji: Warszawa, Ludna 13, Inst. Techn. Uzbr. tel. 9-22-03.

Adres Administracji: Warszawa, Marszałkowska 26. Dep. Art. M. S. Wojsk. tel. wewn. 2383.

Warunki prenumeraty „Przeglądu Artyleryjskiego" wraz z dodatkiem kwartalnym „Wiadomości Techniczne Uzbrojenia": rocznie 20 zł. 40 gr., Nr. pojedyńczy 1 zł. 70 gr. — Konto P.K.O. Nr. 5454.

6251 Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Al. Jerozolimskie 79. Tel. 8-84-12, 8-28-02.

6251. Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Al. Jerozolimskie 79. Tel. 8-84-12, 8-28-02